# Nachrichtentechnik Elektronik

10

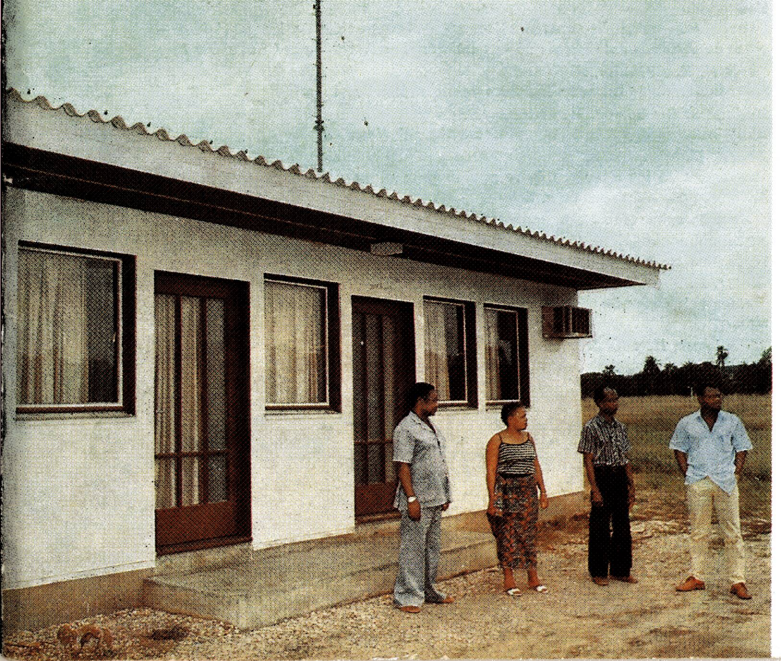
1987

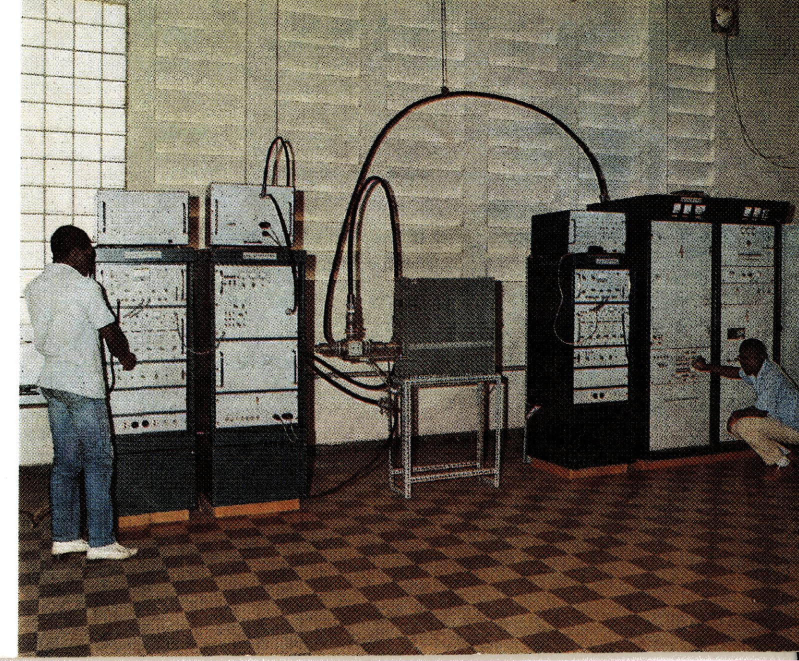
VEB VERLAG TECHNIK BERLIN · ISSN 0323–4657

ITU

TELE COM 87

Genève, 20-27 octobre 1987
5e Exposition mondiale des télécommunications
5th World Telecommunication Exhibition
5.a Exposición Mundial de Telecomunicaciones
5. Weltausstellung des Fernmeldewesens





# СОДЕРЖАНИЕ


РФТ Электроника связи предлагает свои достижения на ТЕЛЕКОМ 87 в Женеве 362
НП Комбинат Нахрихтенэлектроник — представитель промышленности средств связи ГДР
Цифры, факты, информация 363
Представительное участие РФТ Электроники связи на ТЕЛЕКОМ 87 в Женеве 363
Цифровая местная телефонная станция DVZ 2001 системы DVZ 2000 364
Подключение линии передачи данных к цифровой учрежденческой станции NZ 400 D 365
Линейный тракт ИКМ 480 на 34 Мбит/с для применения на симметричных ВЧ кабелях 365
ELEKTRO-CONSULT BERLIN — ecb 366
НП Комбинат нахрихтенэлектроник — мощный и надежный партнер в деле расширения мировой сети связи 367
*Winkler, L.; Rettelbusch, L.*
Концепции ЦСИО 368
*Römpler, K.*
Аспекты в реализации функции 3-го уровня системы сигнализации МККТТ № 7 374
*Bremer, R.*
Часть пользователя ЦСИО системы сигнализации МККТТ № 7 376
*Sporbert, R.; Schulze, A.*
Синхронизация цифровых сетей связи 378
*Hoffmann, R.; Döring, H.; Grimm, E.*
Цифровое измерение расстояний на световодах 381
*Deitert, H.*
Требования к схемам приема предназначенным для оценки многочастотных сигналов 384
*Eberle, T.; Schröter, D.*
Передача речи в рестовой коммуникационной системе с пакетной модуляцией 387
*Maser, K.*
Некоторые примечания к особым эффектам и моделям диффузионного легирования кремния 390
*Steinführer, H.; Köstner, R.*
Ремонт микросхем памяти с помощью ЭВМ 392
Мероприятия по повышению квалификации 394
Научно-технические совещания 395
Выставки 395
Патенты 397
Диссертации 398
Краткая информация 400


# CONTENTS


Offer of performances by RFT — Communication Electronics at the TELECOM 87 in Geneva 362
VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — Representative of the communication engineering industry of the GDR
Numbers, facts, information 363
Representative participation of the RFT — Communication Electronics at the TELECOM 87 in Geneva 363
Digital telephone local exchange DVZ 2001 of the system DVZ 2000 364
Data connection of the digital private branch exchange NZ 400 D 365
34-Mbit/s line tract PCM 480 S for symmetrical cf trunk cables 365
ELEKTRO-CONSULT BERLIN — ecb 366
VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — An efficient and reliable partner in the extension of the world communication network 367
*Winkler, L.; Rettelbusch, L.*
ISDN conceptions 368
*Römpler, K.*
Aspects in the realisation ot the plane 3 functions of the signalling system CCITT no. 7 374
*Bremer, R.*
ISDN user part of the signalling system CCITT no. 7 376
*Sporbert, R.; Schulze, A.*
Synchronisation of digital communication networks 378
*Hoffmann, R.; Döring, H.; Grimm, E.*
Digital distance measurement on optical fibres 381
*Deitert, H.*
Requirements on receiving circuits for the evaluation of MFC signals 384
*Eberle, T.; Schröter, D.*
Speech transmission in a packet-switching communication test system 387
*Maser, K.*
Some notes on particular effects and models of the dopand diffusion in the silicon 390
*Steinführer, H.; Köstner, R.*
Computer-aided repair of memory circuits 392
Advanced training 394
Professional meeting 395
Exhibitions 395
Patents 397
Dissertations 398
Brief information 400


# SOMMAIRE


Le spectre offert par RFT-Nachrichtenelektronik à l'exposition TELECOM 87 à Genève 362
VEB Kombinat Nachrichtenelektronik comme représentant de l'industrie des télécommunications de la R.D.A.
Chiffres, données, informations 363
Participation représentative de RFT-Nachrichtenelektronik à TELECOM 87 à Genève 363
Autocommutateur local numérique DVZ 2001 du système DVZ 2000 364
L'accès de données du central privé numérique NZ 400 D 365
Equipement de ligne MIC 480 S pour la transmission au débit de 34 Mbit/s sur câbles symétriques pour courants-porteurs 365
ELEKTRO-CONSULT BERLIN — ecb 366
VEB Kombinat Nachrichtenelektronik, un partenaire sûr et efficace pour l l'extension du réseau mondial de télécommunication 367
*Winkler, L.; Rettelbusch, L.*
Concepts du R. N. I. S. 368
*Römpler, K.*
Aspects de la réalisation des fonctions du niveau 3 du système de signalisation No. 7 du CCITT 374
*Bremer, R.*
La partie de l'utilisateur d'un R. N. I. S. du système de signalisation no. 7 du CCITT 376
*Sporbert, R.; Schulze, A.*
Synchronisation de réseaux numériques de télécommunication 378
*Hoffmann, R.; Döring, H.; Grimm, E.*
Mesure numérique de distances sur fibres optiques 381
*Deitert, H.*
Caractéristiques requises de circuits récepteurs pour l'évaluation de signaux MFC 384
*Eberle, T.; Schröter, D.*
Transmission de la parole dans un système d'essai de communication à commutation de paquets 387
*Maser, K.*
Remarques au sujet d'effets particuliers et de modèles de la diffusion de dopants dans le silicium 390
*Steinführer, H.; Köstner, R.*
La réparation assistée par ordinateur de circuits de mémoire 392
Formation professionnelle 394
Congrès 395
Expositions 395
Brevets d'inventions 397
Thèses de doctorat 398
Informations brèves 400


# CONTENIDO


Ofertas de rendimiento de RFT-Nachrichtenelektronik en la TELECOM 87 en Gibebra 362
VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — representante de la industria de telecomunicación de la RDA
Numeros, hechos, informaciones 363
Participación representative de la RFT Nachrichtenelektronik en la TELECOM 87 en Ginebra 363
Digital central telefónica urbana DVZ 2001 del sistema DVZ 2000 364
Conexión de datos de la digital central telefónica secundaria NZ 400 D 365
34 Mbit/s (megabit por segundo) — sección de conducción PCM 480 S para cables interurbanos simétricos de frecuencia portadora 365
ELEKTRO-CONSULT BERLIN — ecb 366
VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — un socio eficiente y formal en la extensión de la red mundial de comunicaciones 367
*Winkler, L. y Rettelbusch, L.*
Borradores de ISDN (red digital de comunicaciones con integración de los servicios) 368
*Römpler, K.*
Aspectos en la realización de las funciones del 3° plano del sistema de transmisión de señales según CCITT Nó 7 374
*Bremer, R.*
ISDN (red digital de comunicaciones con integración de los servicios) — parte de abonado del sistema de transmisión de señales según CCITT Nó 7 376
*Sporbert, R. y Schulze, A.*
Sincronización de las redes digitales de comunicaciones 378
*Hoffmann, R.; Döring, H. y Grimm, E.*
Mediciones digitales de distancia en las fibras ópticas 381
*Deitert, H.*
Demandas de los circuitos de recepsión para el análisis de señales del tipo MFC (código de frecuencia múltiple) 384
*Eberle, T. y Schröter, D.*
Transmisión vocal en un sistema de comunicaciones con conmutación de paquete 387
*Maser, R.*
Unas observaciones sobre efectos especiales y modelos de dotandores en silicio 390
*Steinführer, H. y Köstner, R.*
Reparación de los circuitos de memorización apoyado en computadores 392
Perfeccionamiento 394
Congresos 395
Exposición 395
Patentes 397
Disertaciones 398
Informaciones breves 400

10
87

37. Jahrgang

VEB VERLAG TECHNIK
Träger des Ordens
Banner der Arbeit

# Nachrichtentechnik Elektronik

Wissenschaftlich-technische Zeitschrift
für die gesamte elektronische Nachrichtentechnik



Herausgeber:
Kammer der Technik
FV Elektrotechnik



## Inhalt

ISSN 0323-4657

**Leistungsangebote der RFT-Nachrichtenelektronik auf der TELECOM 87 in Genf** 362

**VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — Repräsentant der nachrichtentechnischen Industrie der DDR**
**Zahlen, Fakten, Informationen** 363

**Repräsentative Beteiligung der RFT-Nachrichtenelektronik an der TELECOM 87 in Genf** 363

Digitale Fernsprechortszentrale DVZ 2001 des Systems DVZ 2000 364

Datenanschluß der digitalen Nebenstellenzentrale NZ 400 D 365

34 Mbit/s-Leitungstrakt PCM 480 S für symmetrische TF-Fernkabel 365

**ELEKTRO-CONSULT BERLIN — ecb** 366

**VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — ein leistungsfähiger und zuverlässiger Partner beim Ausbau des Weltnachrichtennetzes** 367

Winkler, L.; Rettelbusch, L.
**ISDN-Konzepte** 368

Römpler, K.
**Aspekte bei der Realisierung der Ebene-3-Funktionen des Zeichengabesystems CCITT Nr. 7** 374

Bremer, R.
**ISDN-Benutzerteil des Zeichengabesystems CCITT Nr. 7** 376

Sporbert, R.; Schulze, A.
**Synchronisation digitaler Nachrichtennetze** 378

Hoffmann, R.; Döring, H.; Grimm, E.
**Digitale Entfernungsmessung auf Lichtwellenleitern** 381

Deitert, H.
**Anforderungen an Empfangsschaltungen zur Auswertung von MFC-Zeichen** 384

Eberle, T.; Schröter, D.
**Sprachübertragung in einem paketvermittelnden Kommunikationstestsystem** 387

Maser, K.
**Einige Bemerkungen zu besonderen Effekten und Modellen der Dotandendiffusion im Silizium** 390

Steinführer, H.; Köstner, R.
**Rechnergestützte Reparatur von Speicherschaltkreisen** 392

**Weiterbildung** 394

**Fachtagungen** 395

**Ausstellung** 395

**Patente** 397

**Dissertationen** 398

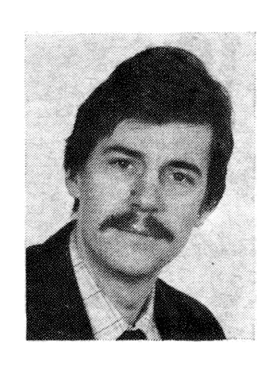
**Buchbesprechungen** 398

**Kurzinformationen** 400

## Titelbild

Die nachrichtentechnische Industrie der DDR betrachtet es als eine besondere Verpflichtung, an der Lösung der Aufgaben mitzuwirken, die von der UNO und der UIT zur Förderung der Weltkommunikation gestellt wurden.
Das betrifft insbesondere die Mitwirkung an der Beseitigung der noch bestehenden Niveauunterschiede in der fernmeldetechnischen Versorgung in den einzelnen Ländern der Erde.
So unterstützt sie seit langem den Aufbau des Nachrichtenwesens in Entwicklungsländern Afrikas, Asiens und Lateinamerikas.

# Leistungsangebote der RFT-Nachrichtenelektronik auf der TELECOM 87 in Genf



Wenn sich am 20. Oktober im Genfer Ausstellungs- und Kongreßzentrum für acht Tage die Pforten zur 5. Weltausstellung des Fernmeldewesens TELECOM 87 öffnen, wird auch die im VEB Kombinat Nachrichtenelektronik vereinte fernmeldetechnische Industrie der Deutschen Demokratischen Republik Auskunft darüber geben, welche Beiträge sie zur Förderung der Weltkommunikation zu leisten vermag und bereits geleistet hat. Sie unterbreitet ein umfangreiches Leistungsangebot für den Ausbau von Nachrichtennetzen und Dienstleistungen. Damit kommt erneut ihr Engagement für die Verwirklichung der Ziele von ITU und UNO zum Ausdruck: die Kommunikations-Infrastrukturen zu entwickeln und zu stärken und vor allem die Entwicklungsländer voll in eine weltweite Kommunikation zu integrieren. Offeriert werden rationelle und effektive Lösungen für anstehende fernmeldetechnische Probleme, die zugleich aber auch künftige Entwicklungsrichtungen voll berücksichtigen. Im Vordergrund stehen dabei neue digitale Vermittlungs- und Übertragungseinrichtungen für Netze mit hohen Verkehrswerten, kompatibel zu bereits vorhandenen fernmeldetechnischen Einrichtungen, sowie digitale Vermittlungszentralen für Nebenstellen. Sie belegen jüngste Ergebnisse einer planmäßigen und zielgerichteten Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der digitalen Nachrichtentechnik. Gleichzeitig verdeutlichen sie, daß das Kombinat Nachrichtenelektronik seine Potenzen auf dem Gebiet der Wissenschaft und Technik nutzt, um neue Generationen von Geräten und Systemen von hohem technischem Niveau zu entwickeln und serienmäßig zu produzieren. Diese neuen Erzeugnisse gewährleisten nicht nur eine gesteigerte Qualität und Wirtschaftlichkeit des Fernmeldewesens, sondern sind auch hervorragend zur Intensivierung der fernmeldetechnischen Netze und Dienste geeignet. Zu ihnen gehört die für die Digitalisierung von Ortsnetzen bestimmte Fernsprechortszentrale DVZ 2000, die im Größenbereich bis zu 10000 Anschlußleitungen und 1200 Verbindungskanälen einsetzbar ist und sich in bestehende Netzstrukturen als Ersatz vorhandener Zentralen, für die Netzerweiterung sowie zur Überlagerung eines analogen Netzes mit einem Digitalnetz einordnen läßt. Weitere Beispiele sind das TF-Kabelsystem PCM 480 für den Weitverkehrseinsatz in Fernnetzen und das Lichtwellenleiter-Übertragungssystem PCM 480 sowie das datenfähige digitale Nebenstellenanlagensystem NZ 400 D, das den Anschluß an verschiedenartige Netze im Nebenstellenbereich gestattet und den Anforderungen dienstintegrierter digitaler Netze für Sprache, Daten und weitere Kommunikationsdienste entspricht. Genannt sei ferner das Universelle Vermittlungsanlagensystem UVA, mit dessen elektronischen Kleinvermittlungsanlagen eine schnelle interne Kommunikation sowie ein rascher Zugriff zum öffentlichen Fernsprechnetz gegeben ist. Neben digitalen Vermittlungszentralen für Nebenstellen und den Ortsverkehr mit mikrorechnergesteuertem Prozeßablauf sowie Systemlösungen für die digitale Nachrichtenübertragung über TF-Leitungen, Lichtwellenleiterkabel und Richtfunkverbindungen enthält die Exposition der RFT-Nachrichtentechnik zur TELECOM 87 in Genf spezielle Lösungen für die wirtschaftliche Gestaltung von Fernmeldenetzen. Diese tragen besonders zur nachrichtentechnischen Erschließung in Entwicklungsländern bei. Sie ermöglichen einen schrittweisen Netzaus- bzw. -aufbau entsprechend den jeweiligen landesspezifischen Verhältnissen und wirtschaftlichen Möglichkeiten. Insbesondere in den ökonomischen Lösungen für ländliche Gebiete sieht das Kombinat Nachrichtenelektronik einen wichtigen Beitrag zur Verwirklichung des Zieles der ITU.

Der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik hält nicht nur ein breites Spektrum nachrichtentechnischer Geräte, Anlagen und Systeme sowie komplexer Lösungen für den Auf- und Ausbau regionaler, nationaler und internationaler Netze und Dienste bereit. Das Leistungsangebot schließt auch mehr als drei Jahrzehnte Erfahrungen ein, die in rund 30 Ländern Europas, Asiens, Afrikas und Amerikas beim Aufbau, der Erweiterung und Vervollkommnung von Landesnachrichtennetzen, bei der Errichtung von Landtelefonienetzen, von Telegrafie- und Funknetzen sowie Funksendezentren für den internationalen Verkehr gewonnen wurden. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf die umfangreichen Lieferungen für das Post- und Fernmeldewesen der UdSSR sowie an die Hellenic Telecommunication S. A. (OTE) für die Erweiterung und Modernisierung des griechischen Fernmeldenetzes. Zu nennen sind auch der Ausbau des kubanischen Fernsprech- und Telexnetzes, der Aufbau des Landesfernsprechnetzes in der Volksdemokratischen Republik Jemen, eines Telexnetzes im Kongo, von Landtelefonienetzen u.a. in Mexiko, Nikaragua, Sambia, Algerien und Madagaskar oder von Funknetzen in Angola, Benin, Äthiopien sowie in Mocambique. Diese jahrzehntelangen Erfahrungen beim Aufbau, Ausbau und der Modernisierung von Nachrichtennetzen verschiedenster Art und Größe bzw. bei der Realisierung anderer nachrichtentechnischer Investitionsvorhaben einerseits und andererseits die umfangreichen Kenntnisse und Erfahrungen, über die die 39000 Wissenschaftler, Ingenieure, Techniker und Facharbeiter des Kombinats in der Entwicklung und Fertigung von Kommunikationsmitteln und Kommunikationssystemen verfügen, sichern Post- und Fernmeldeverwaltungen sowie anderen Bedarfsträgern ausgereifte Technik und vorteilhafte sowie bewährte technische Lösungen.

Der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik verfügt über ein großes Potential an Wissen, Kenntnissen und Erfahrungen über Erzeugnisse, Verfahren und Technologien. Dadurch ist er in der Lage, Interessenten wissenschaftlich-technische Ergebnisse und andere ingenieurtechnische Leistungen zur Nutzung anzubieten und auf diese Weise z.B. Entwicklungsländer beim Aufbau eigener nationaler Industrien durch die Errichtung von Ausbildungsstätten, Reparatur- und Service-Werkstätten, kompletten Fertigungsstätten für nachrichtentechnische Erzeugnisse sowie durch Engineering und Know-how zu unterstützen. Auf der TELECOM 87 in Genf verweisen eine Auswahl nachrichtenspezifischer Bauelemente und Baugruppen sowie ein spezielles Angebot der RFT-Nachrichtenelektronik über Engineering, Patente, Lizenzen und Know-how auf diese Leistungsofferten der fernmeldetechnischen Industrie der DDR. Dieses Angebot an wissenschaftlich-technischen Ergebnissen und Leistungen ist variabel und richtet sich nach den Wünschen der Interessenten. Entsprechend dem internationalen Trend wird es ständig den Bedürfnissen angepaßt und erweitert.

Mit der Beteiligung an der TELECOM 87 dokumentiert die fernmeldetechnische Industrie der DDR aufs neue ihre Bereitschaft, im Zeitalter der Kommunikation an der Lösung jener Vorhaben mitzuwirken, die die erforderlichen Netze und Dienstleistungen für eine Welt der Nationen gewährleisten. Anpassungsfähige Systemkonzeptionen und anwenderfreundliche Konstruktionsprinzipien der RFT-Nachrichtenelektronik bilden hierfür ebenso die Grundlagen wie moderne, zukunftsorientierte technische Lösungen auf der Basis von Digitaltechnik und Optoelektronik. Die Besucher der 5. Weltausstellung des Fernmeldewesens können sich hiervon selbst überzeugen.

Dr.-Ing. *Dietmar Bogk*
Stellvertreter des Generaldirektors
für Forschung und Entwicklung

NaA 9928

## VEB Kombinat Nachrichtenelektronik – Repräsentant der nachrichtentechnischen Industrie der DDR Zahlen, Fakten, Informationen

Der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik repräsentiert mit seinen 39000 Beschäftigten die nachrichtentechnische Industrie der Deutschen Demokratischen Republik und damit einen Industriezweig, der über jahrzehntelange Erfahrungen in der Entwicklung, Herstellung und Lieferung von Geräten, Anlagen und Systemen der Kommunikationstechnik sowie deren Montage, Betreuung und Wartung verfügt. Das Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungspotential des Kombinats ist in 14 Produktionsbetrieben, zwei Anlagenbaubetrieben und dem Zentrum für Forschung und Technologie der Nachrichtenelektronik vereint. Stammbetrieb des Kombinats ist der VEB Funkwerk Köpenick. Für eine hohe Innovationsrate der Erzeugnisse sorgen rund 5000 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker. Sie arbeiten bei der Lösung ihrer Aufgaben eng mit den technischen Hochschulen, Universitäten und Forschungszentren der DDR sowie der Deutschen Post zusammen. Darüber hinaus besteht eine fruchtbare Wissenschaftskooperation mit Forschungsinstituten und wissenschaftlichen Einrichtungen sozialistischer Länder im Rahmen des RGW.

**Nachrichtentechnische Ausrüstungen vom Einzelgerät bis zum kompletten Kommunikationsnetz**

Das Fertigungsprogramm des VEB Kombinat Nachrichtenelektronik umfaßt hocheffektive Kommunikationsmittel und Kommunikationssysteme für den zukunftssicheren Ausbau und Aufbau von betrieblichen, regionalen, nationalen und internationalen Nachrichtennetzen. Dazu gehören digitale Orts- und Fernvermittlungssysteme, Landtelefoniesysteme, Systeme für die digitale Nachrichtenübertragung über TF-Kabel, Lichtwellenleiter und Richtfunk, Fernsprechendgeräte und Fernschreibendgeräte, Kurzwellenrichtfunk-Sende- und -Empfangsanlagen, VHF-Verkehrsfunksysteme, VHF-Zugfunksysteme, UHF/VHF-Radiotelefoniesysteme, Fernbeobachteranlagen und Fernbildschreiber, Wechselsprech- und Dispatcheranlagen. Außerdem werden elektroakustische Übertragungstechnik, wie Regieeinrichtungen, Beschallungsanlagen, Lautsprecher und Lautsprecherboxen, ferner Bilderkennungssysteme für die Automatisierung von Arbeitsprozessen, Feldstärke- und Funkstörmeßgeräte und darüber hinaus eine breite Palette elektronischer Konsumgüter produziert.
Erzeugnisse des VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — sie tragen das Warenzeichen RFT — werden vom Volkseigenen Außenhandelsbetrieb Elektrotechnik Export-Import an einen Kundenkreis in über 30 Ländern Europas, Asiens, Afrikas und Lateinamerikas geliefert. Mit ihnen wurden bisher vielgestaltige Probleme der Information und Kommunikation wirtschaftlich gelöst. Nachrichtennetze unterschiedlicher Art und Größe wurden aufgebaut, erweitert, modernisiert oder rekonstruiert.
Der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik sieht seine Hauptaufgabe darin, den Post- und Fernmeldeverwaltungen sowie anderen Bedarfsträgern in der Wirtschaft, der Industrie, dem Verkehrswesen und in kommunalen Einrichtungen optimale Problemlösungen für die vielfältigen nachrichtentechnischen Aufgaben bereitzustellen. Diese Lösungen berücksichtigen das Zusammenwirken mit vorhandener Nachrichtentechnik ebenso wie die Komplexität ihres Einsatzes oder künftige Belange der Netzgestaltung. Sie basieren auf Erzeugnissen hoher technischer Reife, gekennzeichnet durch Anwendung der Mikroelektronik und Mikrorechentechnik, der Optoelektronik und Digitaltechnik. Von den Werktätigen des Kombinats werden sie mit moderner Technologie, so u. a. mit CAD/CAM und der Robotertechnik, entwickelt und produziert.

**Ingenieurtechnische und immaterielle Leistungen**

Die Leistungsofferte des Kombinats Nachrichtenelektronik reicht jedoch nicht nur vom Einzelgerät bis zum kompletten Nachrichtennetz, sie bezieht auch ein weiterreichendes Angebot an wissenschaftlich-technischen Ergebnissen und anderen immateriellen Leistungen ein. Es enthält u. a. Lizenzen für nachrichtentechnische Geräte und Anlagen und, damit verbunden, das Know-how sowie den Technologietransfer, des weiteren Konsultationsleistungen, Beratertätigkeit und wissenschaftlich-technische Unterstützung bei nachrichtentechnischen Vorhaben (Netzplanung, Studien, Expertisen, Empfehlungen), die Bereitstellung von Software (z. B. für wissenschaftlich-technische Berechnungen), die Errichtung von Pilot- und Versuchsanlagen für wissenschaftliche Untersuchungen auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik, den Entwurf und die Fertigung kundenspezifischer Schaltkreise, die Vermietung von Meßtechnik (Leasing) und nicht zuletzt die Aus- und Weiterbildung von ausländischen Fachkräften.
Zur Gewährleistung der ständigen Einsatzbereitschaft der RFT-Nachrichtenelektronik unterhält das Kombinat in vielen Ländern insgesamt mehr als 200 Vertragswerkstätten und Kundendienst-Stützpunkte, die mit versierten Fachkräften besetzt sind.

H. Mittank

NaK 9918

## Repräsentative Beteiligung der RFT-Nachrichtenelektronik an der TELECOM 87 in Genf




Mit einer repräsentativen Ausstellung beteiligt sich der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik, vertreten durch den Volkseigenen Außenhandelsbetrieb Elektrotechnik Export-Import, an der TELECOM 87 vom 20. bis 27. Oktober in Genf. Unter dem Zeichen RFT informiert das Kombinat darüber, welche Beiträge die fernmeldetechnische Industrie der DDR entsprechend dem Leitthema der diesjährigen 5. Weltausstellung des Fernmeldewesens zum Ausbau der Netze und Dienste zu leisten vermag. Offeriert werden den Post- und Fernmeldeverwaltungen sowie anderen Bedarfsträgern nicht nur moderne Kommunikationsmittel und Kommunikationssysteme sowie komplexe Lösungen für den Auf- und Ausbau territorialer, nationaler und internationaler Nachrichtennetze und -dienste, sondern auch Engineering, Patente, Lizenzen, Know-how und die Ausbildung von Spezialisten.
Die Exposition der RFT-Nachrichtenelektronik auf der TELECOM 87 wird durch digitale Lösungen für die Vermittlung und Übertragung von Informationen gekennzeichnet. Zu ihnen zählt die datenfähige digitale Nebenstellenzentrale NZ 400 D, die nicht nur ein zeitgemäßes, komfortables Telefonieren ermöglicht, sondern auch den Anforderungen dienstintegrierter digitaler Netze für Sprache, Daten und weitere Kommunikationsdienste im Nebenstellenbereich entspricht. Mit ihr wird die Sprach- und Datenkommunikation im Rahmen eines innerbetrieblichen Kommunikationsnetzes demonstriert, in das u. a. neue mikroprozessorgesteuerte Kleinvermittlungsanlagen einbezogen sind.
Für die Digitalisierung von Ortsnetzen wird die digitale Vermittlungszentrale DVZ 2001 des Systems DVZ 2000 gezeigt, die im Größenbereich von 400 bis zu 10000 Teilnehmer- und 1200 Verbindungsleitungen eingesetzt werden kann. Sie wird im folgenden Beitrag näher beschrieben.
Aus der RFT-Systemfamilie für die digitale Nachrichtenübertragung werden als Repräsentanten der dritten PCM-Hierarchie die Systeme PCM 480 für symmetrische TF-Fernkabel und für Multimoden-Gradienten-Lichtwellenleiterkabel ausgestellt. Das TF-Kabelsystem PCM 480 ist für den Weitverkehrseinsatz in Fernnetzen optimiert. Die Verstärkung der Regeneratoren ist so dimensioniert, daß Feldlängen bis zu 5 km auf zweigleisig verlegten symmetrischen TF-Kabelanlagen erreicht werden. Als Entfernungen zwischen den Fernspeisepunkten können 200 bis 250 km überbrückt werden. Die Leitungseinrichtungen PCM 480 S des digitalen mittelkanaligen Weitverkehrssystems sind vorwiegend für eine Umrüstung von Magistralleitungen bestimmt, die mit analogen 60- bzw. 120-Kanal-Trägerfrequenzsystemen belegt sind. (Weitere Informationen s. u.)

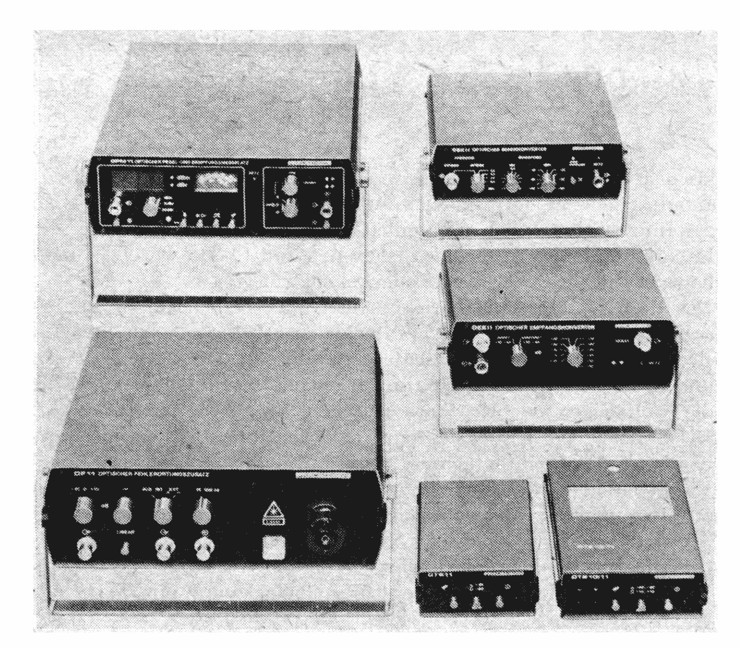


**Bild 1.** Betriebsmeßgeräte für die LWL-Übertragungstechnik

Haupteinsatzgebiet des digitalen Lichtwellenleiter-Übertragungssystems PCM 480 sind Orts- und Knotenverbindungsnetze. Damit lassen sich 1920 bzw. 3840 PCM-Kanäle mit 8 bzw. 16 Lichtwellenleitern im Kabel realisieren. Ausgerüstet mit einem Laserdioden-Sender und Lawinen-Fotodioden-Empfänger, die bei der optischen Wellenlänge von 0,85 µm arbeiten, beträgt der Regeneratorabstand mehr als 8 km bei einer Dämpfung des Lichtwellenleiterkabels von 4 dB/km. Die Regeneratoren werden in Ämtern aufgestellt, örtlich gespeist und mit einem Fehlerortungssystem überwacht. Mit dem PCM 480-Lichtwellenleitersystem können Streckenlängen von mehr als 100 km als Fehlerortungsabschnitte überbrückt werden. In Verbindung mit dem Lichtwellenleiter-System PCM 480 wird ein umfangreiches Sortiment an Lichtwellenleiter-Meßgeräten gezeigt, das der VE Kombinat Prācitronic Dresden für die Installation, das Einmessen, die Wartung und Reparatur derartiger Systeme bereithält.

Ein weiterer Ausstellungskomplex informiert über die inzwischen international vielfach bewährte RFT-Kommunikationstechnik für ländliche Gebiete. Sie umfaßt ein UHF/VHF-Radiotelefoniesystem in 0,7 m-Technik, mit dem sich schnell und mit geringem Aufwand Fernsprechteilnehmer und Fernschreibgeräte über Funkkanäle an Vermittlungsstellen und damit an nationale bzw. internationale Nachrichtennetze anschließen lassen, niederkanalige digitale Richtfunk-Übertragungssysteme sowie digitale Vermittlungszentralen kleiner und mittlerer Kapazität wie z. B. die mikrorechnergesteuerte Ortszentrale OZ 100 D, die in Verbindung mit dem genannten Radiotelefoniesystem eine sehr vorteilhafte Lösung für ländliche Ausläufernetze ist. Die Anschlußkapazität der Zentrale von 96 Teilnehmern läßt sich durch Vorfeldeinrichtungen auf maximal 312 Teilnehmer erhöhen.

Ergänzt wird die Erzeugnis-Offerte durch nachrichtenspezifische Bauelemente und Baugruppen als Leistungsangebot für den Aufbau eigener nachrichtentechnischer Fertigungen bzw. für den Austausch wissenschaftlich-technischer Ergebnisse und Leistungen auf kommerzieller Basis.

Der VEB ELEKTRO-CONSULT Berlin unterbreitet zur TELECOM 87 den Fernmeldeverwaltungen und Anwendern von Kommunikationssystemen und -netzen, Produzenten von Kommunikationssystemen seine Offerte. Sie umfaßt

- Beratung und Planung für die Realisierung leistungsfähiger Kommunikationsnetze
- Erarbeitung von Problemlösungen für wirtschaftliche Kommunikationssysteme
- Aufbau von Produktionsanlagen, Vergabe von Know-How und Lizenzen
- Erarbeitung von Software und Aufbau von Ausbildungsstätten.

H. Mittank

NaK 9914

## Digitale Fernsprechortszentrale DVZ 2001 des Systems DVZ 2000

Für die Digitalisierung von Ortsnetzen wurde vom VEB Kombinat Nachrichtenelektronik die digitale Fernsprechortszentrale DVZ 2001 entwickelt. Sie ist eine Endvermittlungsstelle mit externen und internen Verbindungsmöglichkeiten des Systems DVZ 2000, einsetzbar im Größenbereich von 400 Anschlußeinheiten bis zu 10000 Anschlußeinheiten und 1200 Verbindungskanälen. Eine Erweiterung im Anschlußleitungsbereich ist mit RFT-Vorfeldeinrichtungen VFE 3/12 möglich. Die DVZ 2001 kann in bestehende Netzstrukturen sowohl als Ersatz vorhandener Zentralen als auch für die Netzerweiterung und darüber hinaus zur Überlagerung des analogen Netzes mit einem Digitalnetz (Überlagerungsnetz) eingeordnet werden. Besonders vorteilhaft läßt sich die Zentrale in ländlichen oder kleinstädtischen Netzen einsetzen.

Die DVZ 2001 ist eine modular projektier- und erweiterbare Zentrale mit verteilter, programmierbarer Mikrorechnersteuerung. Sie besteht aus Moduln und hat je Modul eine Modulsteuereinrichtung. Die Moduln sind durch PCM 30-Sammelleitungen verbunden, die einen Bitstrom von 2048 kbit/s, aufgeteilt auf 32 Kanäle zu je 8 bit, übertragen. Damit erfolgt der gesamte Signalfluß innerhalb der Zentrale in rein digitaler Form. Die Ortszentrale DVZ 2001 kann mit 4 bis 64 Anschlußmoduln und einem sie verbindenden Verbindungsfeld projektiert werden. Entsprechend der Projektierung besteht das Verbindungsfeld aus 2 bis 16 Verbindermoduln. Die Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandlung erfolgt in den entsprechenden Anschlußmoduln. Die Anschlußmoduln, die die verschiedenen externen Schnittstellen realisieren, können in beliebigen

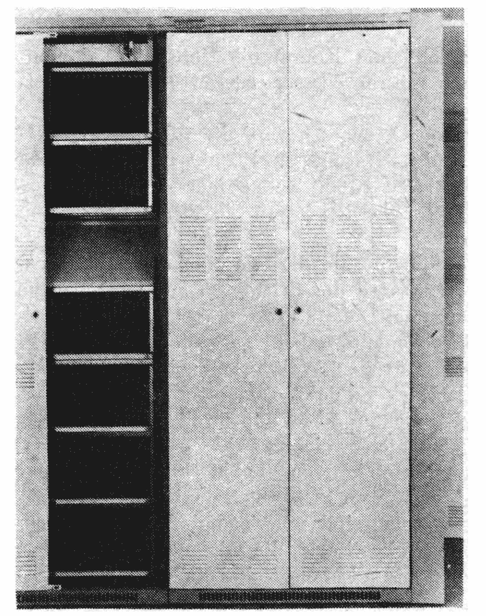


**Bild 1**
RFT-Vermittlungszentrale DVZ 2001 des Systems 2000

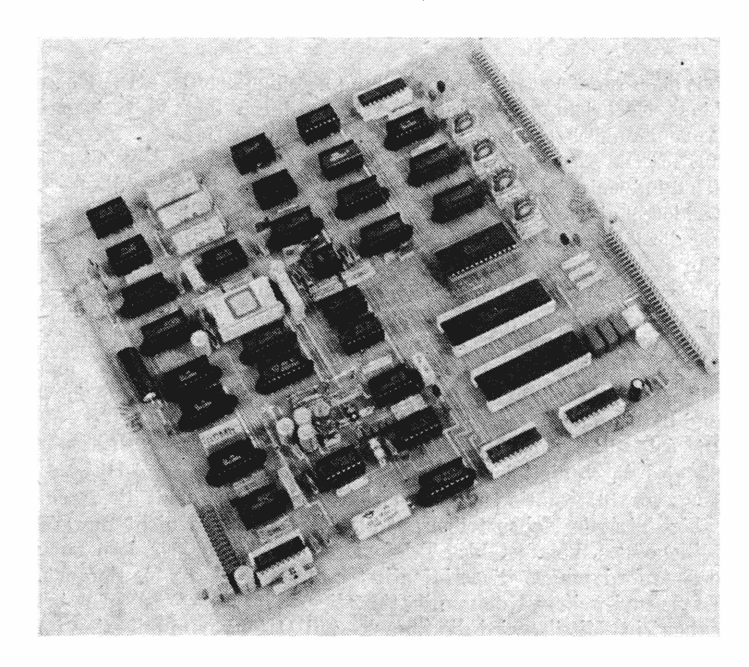


**Bild 2**
RFT-Vermittlungszentrale DVZ 2001 Leiterkarte

Kombinationen angeordnet werden. Dabei ermöglicht der Teilnehmermodul die Anschaltung von max. 200 Teilnehmeranschlußleitungen mit Impuls- oder MFC-Wahl, Münzfernsprechern oder Vorfeldeinrichtungen, der Leitungsmodul die Anschaltung von max. 60 analogen NF-Verbindungsleitungen für die Verbindung mit elektromechanischen Vermittlungszentralen und der PCM-Modul die Anschaltung von zwei PCM-30-Trakten (entsprechend CCITT G 703) für die Verbindung mit anderen digitalen Vermittlungszentralen oder elektromechanischen Vermittlungszentralen. Zusätzliche Anschlußmoduln zur Realisierung weiterer Schnittstellen (z.B. für ISDN-Teilnehmer für das Zeichengabesystem Nr. 7 u.a.) sind vorgesehen.

Außerdem steht ein Zentralmodul zur Verfügung, der der Mensch-Maschine-Kommunikation und einigen anderen aus ökonomischen Gründen zentralisierten Aufgaben dient. Die Mensch-Maschine-Kommunikation wird über einen separaten Operatorplatz realisiert. In Verbindung mit der in den Mikrorechnersteuerungen implementierten Software ermöglicht er dem Bediener, die Funktion des Installierens, Betreibens und Instandhaltens weitestgehend zentralisiert auszuführen bzw. zu unterstützen.

Neben den Moduln existieren eine gedoppelte zentrale digitale Takt- und Tonversorgung und dezentrale, den Moduln zugeordnete Einrichtungen zur Stromversorgung, die aus der unterbrechungsfreien Amtsgleichstromversorgung gespeist werden.

Durch die realisierte Systemstruktur und die speziell ausgelegte Konstruktion werden eine hohe Effektivität der Bedienung und Instandhaltung erreicht und deren Zeiten verkürzt, die Fehlereingrenzungen weitestgehend automatisch durchgeführt, ein geringer Flächenbedarf und eine geringe Masse pro AE sowie u.a. erhebliche Verkürzungen der Montage und Inbetriebsetzungszeiten erreicht.

Konstruktiv besteht die DVZ 2001 aus Steckeinheiten, Baugruppenträgern und Gestellen. Die elektrische Verbindung der Steckeinheiten (Karten) eines Baugruppenträgers erfolgt über Rückverdrahtungsleiterplatten, die Verbindung mehrerer Baugruppenträger in den Gestellen, zwischen den Gestellen und zum Hauptverteiler über vorgefertigte Handsteckkabel. Die Verkabelung zwischen den Gestellen und zum Hauptverteiler ist für den Einsatz eines Flächenrosts bzw. die Anwendung des doppelten Fußbodens geeignet. Die in den Gestellen (Höhe 2200 mm, Tiefe 500 mm, Breite 900 mm) entstehende Verlustleistung wird in freier Konvektion an die Umgebung abgegeben.

Die notwendigen Raumhöhen betragen bei Verwendung eines Flächenrosts 3000 mm und ohne Verwendung des Flächenrosts 2600 mm. NaK 9915

## Datenanschluß der digitalen Nebenstellenzentrale NZ 400 D

Mit dem Datenanschlußmodul der Nebenstellenzentrale NZ 400 D läßt sich ein innerbetriebliches Kommunikationsnetz für Sprech- und Datenkommunikation verwirklichen. Der Datenanschlußmodul belegt dabei 64-kbit/s-Kanäle des Koppelfelds der NZ 400 D entsprechend den Festlegungen der CCITT-Empfehlungen X. 30 und I. 460 so, als wäre der interne 64-kbit/s-Kanal der NZ 400 D ein ISDN-B-Kanal. Die Datenanschlüsse, die über zusätzliche Anschlußmodule der Nebenstellenzentrale realisiert werden, ermöglichen die Anschaltung von Endgeräten mit Schnittstellen nach CCITT X. 21 der Nutzerdienstklassen 4, 5 und 6 nach CCITT X. 1.

Die Anschaltung der Datenendgeräte erfolgt über Zweidraht-Kupferkabel unter Verwendung einer Datenanschlußeinrichtung als Beistellgerät zum Datenendgerät. Zur Signalübertragung wird eine Basisbandeinrichtung genutzt. Die Datenanschlußeinrichtung ist als universell anwendbares Gerät für synchrone oder paketvermittelte Datennetze sowie den Standleitungsbetrieb ausgelegt. Der Zielstellung entsprechend kann die Basisbandeinrichtung, die im Nebenstellennetz verwendet wird, durch andere Übertragungseinrichtungen ersetzt werden. Die Datenanschlußeinrichtung realisiert die Endgeräte-Schnittstellen X. 21 (X. 25 Ebene 1) bzw. X. 21 bis wahlweise. Die Datenanschlußeinrichtung und der Datenanschlußmodul der NZ 400 D werden unter Verwendung eines Z8-kompatiblen Einchipmikrorechners hergestellt. NaK 9917

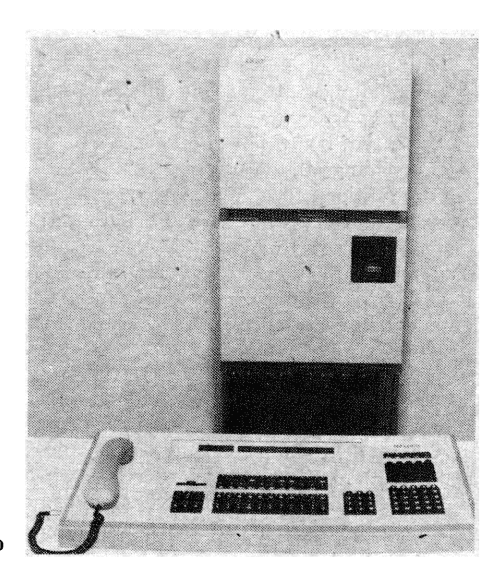


**Bild 1**
RFT-Nebenstellenanlagensystem NZ 400 D

## 34 Mbit/s-Leitungstrakt PCM 480 S für symmetrische TF-Fernkabel

Der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik hat sein Gerätespektrum für die digitale Übertragung von Informationen um einen Leitungstrakt für 480 Kanäle PCM 480 S erweitert. Er ist auf zweigleisig verlegten symmetrischen Trägerfrequenzkabeln mit einem Aderndurchmesser von 1,2 oder 1,3 mm einsetzbar, wie sie in vielen Ländern im Zusammenhang mit der Ausrüstung von 60 Kanal- bzw. 120 Kanal-Trägerfrequenzsystemen verlegt worden sind. Mit dem neuen Leitungstrakt PCM 480 S lassen sich analoge 60 Kanal- bzw. 120 Kanal-Trägerfrequenzsysteme bei weiterer Nutzung der bereits vorhandenen Kabeltechnik umrüsten. Dadurch wird eine Erhöhung der Übertragungskapazität dieser schon vorhandenen Trassen auf das 8- bzw. 4fache erreicht. Gleichzeitig werden Investitionen für die Neuverlegung von Kabeln eingespart. Die Leitungseinrichtungen PCM 480 S ermöglichen eine Vollbeschaltung der Kabel, wenn die in der Projektierungsvorschrift angegebenen Werte der Nah- und Fernnebensprechdämpfung in den Kabeln eingehalten werden. Symmetrische TF-Fernkabel, die mit PCM 480-Systemen vollbeschaltet werden, sind z.B. durch 8 Systeme für 8 × 40 Kanäle, Bündel mit 3840 PCM-Kanälen ausnutzbar.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, bei Einsatz von analogen Multiplexeinrichtungen auf dem Leitungstrakt PCM 480 S TF-Sekundärgruppen zu schalten. Die Leitungseinrichtungen PCM 480 S sind Bestandteil eines digitalen mittelkanaligen Weitverkehrssystems zur Übertragung von Signalen der dritten PCM-Hierarchie, wie sie beispielsweise von Tertiärmultiplexeinrichtungen erzeugt werden. Sie sind zugleich ein selbständiger Komplex von Einrichtungen, dessen Funktion, Betrieb und Kontrollmöglichkeiten von dem Vorhandensein bzw. dem Zustand der über die Tertiärschnittstelle angeschalteten Einrichtungen abhängig ist. Die Tertiärschnittstelle erfüllt die Bedingungen der CCITT-Empfehlung G 703.

Entsprechend ihrem Einsatz sind die Leitungseinrichtungen PCM 480 S Einrichtungen eines Magistralnetzes. Sie ermöglichen eine Übertragung über große Entfernungen. Die maximale Länge eines homogenen Leitungstrakts ohne Umsetzung beträgt 2500 km. Hierbei gewährleisten die Service-Teilsysteme des Systems Streckendienstverkehr und Amtsdienstverkehr sowie die Abschnittstelemechanik. Mit der Abschnittstelemechanik können Fehler im Übertragungsweg eingegrenzt werden. Die Fehler werden ohne Unterbrechung der PCM-Übertragung mit einem Fortschalteverfahren geortet.

Die Leitungseinrichtungen in den bedienten Ämtern bestehen aus den Leitungsendeinrichtungen oder den Leitungszwischeneinrichtungen. Eine Leitungsendeinrichtung wird in der Regel über die Tertiärschnittstelle mit einer Tertiärmultiplexeinrichtung verbunden. Ihre Hauptfunktion ist die Umwandlung des Schnittstellencodes in den Leitungscode. Die Leitungszwischeneinrichtung entspricht funktionell zwei nacheinander zusammengeschalteten Leitungsendeinrichtungen, die die Umsetzung über die Tertiärschnitt-

stelle realisieren. Sie arbeitet als speisende Zwischenstelle und dient der Bildung von unabhängigen Überwachungsstellen.
Zwischen den bedienten Übertragungsstellen können sich maximal 64 unbediente Regeneratorpunkte befinden. Ihre Anzahl ist vom Abstand der bedienten Übertragungsstellen abhängig. Die Einrichtungen der unbedienten Regeneratorpunkte befinden sich in Behältern, die über Kabelendverschlüsse mit dem Kabel verbunden sind. Es stehen drei Behältervarianten zur Verfügung, und zwar für den Einsatz in Kabelschächten und für „totale“ Erdvergrabung, für den Einsatz in Zisternen oder in anderen Räumen, die fernüberwacht werden müssen, sowie für Erdvergrabung, jedoch von der Oberfläche aus ohne Erdarbeiten zugänglich. Alle Behältervarianten sind für die Aufnahme von maximal 8 Regeneratoreinschüben ausgelegt. Die Fernspeisung der Regeneratoreinschübe erfolgt als Serienspeisung mit Gleichstrom. Dabei wird jede Leitungseinrichtung PCM 480 S über einen eigenen Fernspeisekreis unabhängig von anderen Leitungseinrichtungen des Systems PCM 480 A gespeist. Ein Speisegerät speist von einer Seite bis zu 32 Regeneratoreinschübe. Bei maximal 64 Einschüben muß demzufolge von zwei Seiten gespeist werden. Unterbrechungen im Fernspeisekreis lassen sich von der speisenden Übertragungsstelle mit Hilfe einer Gleichstromfehlerortung lokalisieren. Als Entfernungen zwischen den Fernspeisepunkten können 200 bis 250 km überbrückt werden.

NaK 9916

## ELEKTRO-CONSULT BERLIN – ecb

Ein kompetenter Partner stellt sich vor:

- Export und Import von Consulting-Engineering-Leistungen im Bereich Elektrotechnik-Elektronik
- registriert bei der UNIDO
- Leistungsbereiche:
  - Kommunikationstechnik
  - Informationsverarbeitung
  - Elektroenergietechnik
  - Automatisierungstechnik
  - Ausbildungsstätten sowie anlagenspezifische Aus- und Weiterbildung
  - Lizenzen, Know-how; Software
  - Forschungseinrichtungen
  - Produktionsanlagen
- wissenschaftlich-technischer Background:

Kooperation mit Universitäten, Hochschulen und Instituten, der Akademie der Wissenschaften der DDR, mit der Forschungskapazität des Industriebereichs Elektrotechnik/Elektronik sowie mit bedeutenden ministeriellen Institutionen der DDR.

### ecb — Consulting vom Chip bis zur Zentrale

Das ecb-Consulting für die Kommunikationstechnik ist eine Hauptsäule der bisherigen und zukünftigen Leistung des Unternehmens. Auf diesem Sektor wurden Studien für komplette Nachrichtennetze entworfen, Institutionen bei der Ausarbeitung von Tenderausschreibungen beraten, wurde die Ausführung komplexer Projekte des Anlagenbaus durch ecb-Teams kontrolliert und überwacht.

### Sichere Investition in die Zukunft mit ecb

ecb entwirft zukunftssichere Projekte und empfiehlt Geräte- und Anlagenspezifikationen nach neuesten technischen Erkenntnissen entsprechend den internationalen Empfehlungen von CCITT, CCIR oder IFC, Expertisen und Berichte von ecb vermitteln exakte Kenntnisse für die umsichtige Planung bei Rekonstruktion und Erweiterung vorhandener Nachrichtennetze. Das Unternehmen erarbeitet Vorschläge und realisiert Trainingsprogramme für die Nachrichtennetzplanung, für die Projektierung, Montage, Inbetriebnahme und Wartung von Nachrichtenanlagen.

### Qualifizierung von Fachleuten

Eine praxisnahe Aus- und Weiterbildung wird durch ecb bei der Deutschen Post ermöglicht. Das sichert dem Kunden die hervorragende Anpassung der Betriebsweise seiner Anlagen und Einrichtungen, sowie die fachgerechte Wartung und Instandhaltung. Die Deutsche Post hat in den letzten 20 Jahren mehr als 1000 Spezialisten aus über 50 Ländern Afrikas, Asiens und Lateinamerikas im Post- und Fernmeldewesen erfolgreich ausgebildet. 200 von diesen Spezialisten haben Kenntnisse und Fertigkeiten auf speziellen Gebieten des Fernmeldewesens erworben; viele von ihnen sind heute in den Post- und Fernmeldeinstitutionen ihrer Länder in verantwortlichen Positionen tätig.
Durch die enge Zusammenarbeit mit den Ämtern und Dienststellen sowie Forschungsinstitutionen des Fernmeldewesens wird die enge Verbindung von theoretischer und praktischer Ausbildung erreicht. Die fachbezogene Weiterbildung kann in deutscher Sprache oder in einer vereinbarten Mittlersprache durchgeführt werden. Die von ecb angebotenen Programme umfassen alle Bereiche der Kommunikationstechnik.

### Anlagen der Nachrichtentechnik vollendet beherrschen

Der effektive Betrieb von Nachrichtensystemen und -netzen setzt umfassend ausgebildetes Personal mit hohem technischem Wissen, mit einer soliden Kenntnis der Geräte, Anlagen und Systemfunktionen voraus. ecb offeriert Schulungen, die vom Experten der Nachrichtenelektronik durchgeführt werden.
Projekt und Forderungen der Nutzer bestimmen das Trainingssystem:

- Grundlagenlehrgänge (angewandte Mathematik, Elektrotechnik, Elektronik, Digitaltechnik, Vermittlungs- und Übertragungstechnik, Meßtechnik)
- Lehrgänge für Systemplanung und -projektierung (Netzmanagement, Netzwartungstheorie)
- Lehrgänge für das Installations- und Montagepersonal der Nutzer
- Lehrgänge für das Bedien- und Wartungspersonal
- Lehrgänge für Servicetechniker
- berufliche Weiterbildungskurse der Nachrichtenelektronik.

### Anwenderspezifik bestimmt Leistungscharakter

Die Schulungsprogramme sind auf die spezifischen Erfordernisse der Nutzer abgestimmt und berücksichtigen dabei die Organisations- und Leitungsstruktur der Nachrichtennetze, die Zusammensetzung und Qualifikation des Stammpersonals sowie Konzepte des langfristigen Ausbaus und der Erweiterung der Netze. Damit geht der Inhalt der Lehrgänge über den Rahmen einer begrenzten Wissensvermittlung für Geräte, Systeme und Anlagen hinaus und gewinnt umfassenden nachrichtentechnischen Charakter. Nicht zuletzt wird durch die Vermittlung von Grundlagen- und Detailwissen sowie allgemeingültiger Zusammenhänge auch eine Basis für die selbständige Einarbeitung in Folgeprobleme geschaffen; die Teilnehmer werden befähigt, sich kreativ mit neuen Aufgaben auseinanderzusetzen. Mit Ausnahme der Installations- und Montageschulungen, die in der Regel als „On-job-Schulungen“ während der Montage der Systeme und Anlagen im Anwenderland durchgeführt werden, finden die Lehrgänge und Kurse normalerweise in den Schulungszentren der DDR-Nachrichtenelektronik statt. Sind entsprechende Voraussetzungen gegeben, können Schulungen auch im Anwenderland durchgeführt werden.

### Optimale Lösungen durch forcierte Wissenschaftskooperation

Für anwendergerechte optimierte Programme hat ecb ein enges Zusammenwirken mit dem Zentrum für Forschung und Technologie Nachrichtenelektronik, dem Institut für Post- und Fernmeldewesen der Deutschen Post, dem Rundfunk- und Fernsehtechnischen Zentralamt und mit Technischen Universitäten und Hochschulen vertragsmäßig durchgesetzt.
Zahlreiche Bedarfsträger nutzen ecb-Erfahrungen für den Aufbau und den Ausbau von Kommunikationsnetzen für unterschiedlichste Anwendungsfälle. Beispielsweise erarbeitet das Unternehmen im Auftrage der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) eine verallgemeinerungsfähige Studie über den Nutzen des Einsatzes von Nachrichtentechnik im Transportwesen der Volksdemokratischen Republik Jemen.

### ecb-Leistungsprogramm des Nachrichten-Consulting-Engineering

Erarbeitung von Konzepten für

- Rundfunk- und Fernsehstudios
- bühnentechnische Anlagen
- szenische Beleuchtung
- elektroakustische und schwachstromtechnische Anlagen
- Raum- und Bauakustik
- akustische Messungen in Räumen und im Modell
- Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik
- Ermittlung von Sichtbeziehungen.

Darüber hinaus werden Projektierungsleistungen erbracht, Tenderausschreibungen bearbeitet, Teillösungen wie Sendeabwicklung, Programmbeiträge, Schalträume mit Kommutierungs- und Kontrolleinrichtungen, Wartungs-, Meß- und Überwachungsanlagen, Versorgungseinrichtungen aller Gewerke konzipiert. Projektierungsleistungen werden für Frequenz- und Funknetzpläne von Lang-, Mittel- und Kurzwellensendenetzen sowie für Sendetürme offeriert.

**Qualifizierte Software garantiert wirtschaftliche Langzeitnutzung**

Gemeinsam mit seinen inländischen Kooperationspartnern bietet ecb Softwarepakete zum Einsatz in den verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen, Know-how und Lizenzen an, die es seinen Geschäftspartnern erlauben, ihre Investitionen im Kommunikationsbereich mit einem effektiven Preis-Leistungs-Verhältnis zu realisieren. ecb hält für Interessenten bereit:

- EDV-Systeme für Datenbanken im Fernsprech- und Fernschreibverkehr, ihre Planung, Abrechnung, Analyse, Störungsanalyse, Postsparkassendienst, Kostenplanung-, -rechnung, -analyse, Statistik und Analyse der Arbeitskräfte
- Know-how zur mechanisierten Herstellung von Kabelkanälen, zur Schaffung zusätzlicher Fernsprechanschlüsse durch Mehrfachnutzung von Fernsprechanlagen, zum Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Wirkungen elektromagnetischer Felder
- Know-how und Lizenz zur zusätzlichen Datenübertragung über Lang- und Mittelwellen-Rundfunksender
- Informationssystem SAVA für die Störungsanalyse an vermittlungstechnischen Anlagen.

Weltweite ecb-Erfahrungen, anwendergerechte Lösungen und das moderne ecb-Management garantieren unseren Partnern zukunftsorientierte Investitionen in allen Bereichen der Kommunikationstechnik.

**Leistungsbeispiele von ecb**

- Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen — drahtgebundene Nachrichtentechnik und Richtfunktechnik für die PTT Burma (1984/85)
- Ausarbeitung einer Landtelefonie-Studie für eine Provinz in Angola (1985/86)
- Ausarbeitung einer Landtelefonie-Studie für eine Provinz in Simbabwe (1985/86)
- Ausarbeitung einer Landtelefonie-Studie für eine Provinz in Kamerun (1985)
- Ausbildung von Nachrichtentechnikern aus der VDR Jemen (MOC) für drahtgebundene Nachrichtentechnik (Landtelefonie; 1979—1982)
- Studie über den Nutzen der Kommunikationstechnik im Transportwesen der VDRJ (im Auftrag der ITU 1986)
- Expertise zu Kosten und Nutzen von TV-Türmen für die ACT in Thailand (1985).

VEB ELEKTRO-CONSULT BERLIN
Alexanderplatz 6
Berlin
DDR — 1026
Phone: 218 41 64
Telex: 115034 ecb

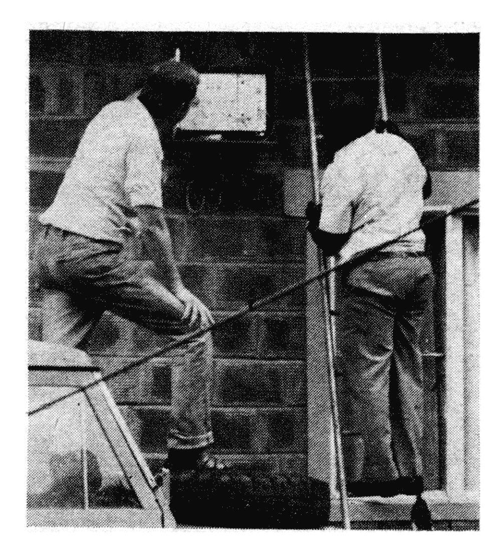
NaK 9920

## VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — ein leistungsfähiger und zuverlässiger Partner beim Ausbau des Weltnachrichtennetzes

Die nachrichtentechnische Industrie der Deutschen Demokratischen Republik, vereint im VEB Kombinat Nachrichtenelektronik, arbeitet seit Jahrzehnten aktiv am Ausbau des Weltnachrichtennetzes mit. In mehr als 30 Ländern Europas, Asiens, Afrikas und Amerikas hat sie sich als ein leistungsfähiger und zuverlässiger Partner der Post- und Fernmeldeverwaltungen erwiesen, tragen ihre Erzeugnisse mit dem Zeichen RFT zu einem weltweiten Nachrichtenverkehr bei. Sie fanden Einsatz beim Aufbau, der Erweiterung und Vervollkommnung von Landesnachrichtennetzen, bei der Errichtung von Landtelefonienetzen sowie von Telegrafie- und Funknetzen und für den Aufbau von Funksendezentren für den interkontinentalen Funkverkehr. Mit ihnen wurden vielgestaltige Probleme der Information und Kommunikation auf regionaler und nationaler Ebene wirtschaftlich und zukunftssicher gelöst und damit wichtige Beiträge zur Förderung der Weltkommunikation geleistet.

**RFT-Nachrichtenelektronik weltweit im Dienste der Kommunikation**

Besonders umfangreich sind die Lieferungen und Leistungen der RFT-Nachrichtentechnik auf fernmeldetechnischem Gebiet. Es wurden in den vergangenen dreieinhalb Jahrzehnten Fernsprechvermittlungseinrichtungen mit vielen Millionen Anrufeinheiten für den Ausbau der Telefonnetze an Post- und Fernmeldeverwaltungen in über 20 europäischen und überseeischen Ländern geliefert, darunter nach Griechenland, Kuba, Mexiko, Nikaragua, Vietnam, Afghanistan, Ägypten, die Volksdemokratische Republik Jemen, nach Rumänien, Bulgarien, Polen, Ungarn, die CSSR und insbesondere in die UdSSR. Allein mehr als 5 Millionen Anrufeinheiten der Vermittlungstechnik und darüber hinaus 400000 Kanäle der Übertragungstechnik, mehrere Millionen Fernsprechendgeräte und über 300000 Fernschreiber erhielt das Post- und Fernmeldewesen der UdSSR. Mehr als eine Million Anrufeinheiten der RFT-Vermittlungstechnik wurden für die Erweiterung und Modernisierung des griechischen Fernmeldenetzes an die Hellenic Telecommunication Organisation S.A. (OTE) übergeben, über 200 Fernsprechämter entstanden im letzten Jahrzehnt in der Republik Kuba mit RFT-Vermittlungstechnik. Seit Jahren ist der VEB Kombinat Nachrichtenelektronik im Rahmen eines Programms zur Weiterentwicklung und Modernisierung des kubanischen Nachrichtennetzes mit umfangreichen Lieferungen am Aufbau eines Selbstwähl-Fernsprechnetzes für die gesamte Inselrepublik und die Auslandsfernwahl beteiligt.



Die nachrichtentechnische Industrie der DDR betrachtet es als eine besondere Verpflichtung, an der Lösung der Aufgaben mitzuwirken, die von der UNO und der UIT zur Förderung der Weltkommunikation gestellt wurden. Das betrifft insbesondere die Mitwirkung an der Beseitigung der noch bestehenden Niveauunterschiede in der fernmeldetechnischen Versorgung in den einzelnen Ländern der Erde. So unterstützt sie seit langem den Aufbau des Nachrichtenwesens in Entwicklungsländern Afrikas, Asiens und Lateinamerikas. Besondere Bedeutung haben hierbei technische Lösungen erlangt, die einen schrittweisen Ausbau entsprechend der fortschreitenden ökonomischen Entwicklung des Landes ermöglichen. Zu ihnen gehört die RFT-Komplexlösung Landtelefonie mit einem UHF/VHF-Radiotelefoniesystem als Kernstück, die vom VEB Kombinat Nachrichtenelektronik speziell für die fernmeldetechnische Erschließung ländlicher Gebiete in infrastrukturell noch wenig entwickelten Ländern geschaffen wurde. Derartige Landtelefonienetze wurden bisher u.a. in Mexiko, Nikaragua, Sambia, Algerien, in Madagaskar (in Verbindung mit einem Funk- und einem drahtgebundenen Telefonienetz) sowie in der VDR Jemen errichtet. Zu den Beispielen für die Mitwirkung der RFT-Nachrichtentechnik an der nachrichtentechnischen Erschließung junger arabischer und afrikanischer Nationalstaaten gehören auch die Errichtung von Funknetzen im Kongo, in Angola, in Benin und Äthiopien, eines 24000 Quadratkilometer umfassenden UKW-Funknetzes sowie einer Funkbrücke mit Telefonie- und Funkfernschreibkanälen in Mocambique oder eines Telexnetzes im Kongo.

H. Mittank

NaK 9919

# ISDN-Konzepte

**L. Winkler; L. Rettelbusch, KDT, Mittweida**

Mitteilung aus der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik

In vielen Industrieländern entstanden in den letzten Jahren neben dem Fernsprech- und Fernschreibnetz leitungs- und/oder paketvermittelte Datennetze. Diese hinzugekommenen Netze sind die Reaktion auf artikulierte und akzeptierte Kommunikationsbedürfnisse und ein Ausdruck dafür, daß die bereits existierenden Netze nicht oder nur unzulänglich für die entstehenden neuen Dienste nutzbar waren. Das betrifft solche Eigenschaften wie z. B. die zur Verfügung stehende Übertragungsgeschwindigkeit, die Fehlerrate, die Art und Weise des Netzzugangs usw.
Die Entwicklung, für jeden Dienst ein spezielles Netz, spezielle Endgeräte, spezielle Schnittstellen und Zugangsprotokolle vorzusehen, ist abgeschlossen. Der Trend besteht darin, durch ein diensteintegrierendes Netz eine große Anzahl von Sprach- und Nichtsprachdiensten zu unterstützen (Integrated Services Digital Network ISDN). Dabei ist wesentlich, daß der Zugang zu diesem Netz über wenige festgelegte Schnittstellen und Protokolle geregelt wird.
Der Entwurf, die Herstellung und Einführung von ISDN-Komponenten werden durch die Empfehlungen der I-Serie [1], die von der CCITT-Vollversammlung im Oktober 1984 bestätigt wurden, weitere Impulse erhalten. Die im Rotbuch veröffentlichten Empfehlungen haben folgende Schwerpunkte:

- Serie I.100 ISDN-Grundsätze, wie Struktur der Empfehlungen, Terminologie, allgemeine Modellmethoden
- Serie I.200 ISDN-Dienste, Mittel und Methoden zu ihrer Beschreibung; Dienstedefinitionen
- Serie I.300 ISDN-Netzaspekte, wie Referenzmodell, Verbindungsarten, Numerierung usw.
- Serie I.400 ISDN-Nutzer-Netz-Schnittstellen, wie Referenzkonfigurationen, Kanalstrukturen, Definition des Basis- und Primärratenzugangs, Grundsätze und Spezifikationen der Schichten 1 bis 3.

Ergänzende Empfehlungen, z. B. für die internen Netzschnittstellen (I.500) oder zu Betriebs- und Wartungsprinzipien (I.600) werden vorbereitet und die bereits existierenden weiterentwickelt. Details sind den Studienfragen der Periode bis 1988, insbesondere denen der Studiengruppen XI und XVIII zu entnehmen. Zusätzlich sind die Referenzen zu Empfehlungen der Serien G und X zu beachten.
Insgesamt sind die Empfehlungen der I-Serie ein Rahmen, wie er für den Aufbau und den Betrieb eines weltweiten Kommunikationsnetzes notwendig ist. Sie enthalten überwiegend Spezifikationen, also Festlegungen, was wo getan bzw. zur Verfügung gestellt werden soll. Die technische Realisierung, also wie es getan wird, ist weitgehend offen und bietet Freiraum für unterschiedliche Lösungen.

## 1. ISDN-Netzkonzept

Das ISDN wird sich über einen längeren Zeitraum aus dem digitalen Fernsprechnetz heraus entwickeln (I.120), weil das Fernsprechnetz die beste Flächendeckung aufweist und das Fernsprechen der dominierende Dienst bleiben wird. Andere bestehende Netze (z. B. Paketnetz, leitungsvermitteltes Datennetz) können in das ISDN einbezogen werden, und entstehende Breitbandnetzkomponenten werden die Kommunikationsmöglichkeiten beträchtlich erweitern. Man erhält eine funktionelle Netzstruktur nach Bild 1.
Sie besteht aus einer Ebene für die Durchschaltung von 64-kbit/s-Schmalbandkanälen, einer Ebene für den Transport und die Auswertung von Signalisierungsinformationen, einer Ebene für die Verteilung und Durchschaltung breitbandiger Kanäle und aus einem Datenpakete vermittelnden Netz, für dessen Einbeziehung unterschiedliche Möglichkeiten existieren. In der ersten Phase der Einführung liegt der Schwerpunkt auf der Realisierung des schmalbandigen Teils des ISDN.
Die Zugänge für das Schmalbanddurchschaltnetz werden durch 64-kbit/s-Kanäle (B-Kanäle) aller angeschlossenen Teilnehmer gebildet. Zwei Schnittstellenstrukturen sind vorerst für den Anschluß von Teilnehmerendeinrichtungen an die ISDN-Vermittlungen besonders bedeutsam:

- der Basisanschluß (basic access), bestehend aus zwei 64-kbit/s-B-Kanälen und einem 16-kbit/s-D-Kanal ($D_{16}$)
- der Primärratenanschluß (primary rate access), bestehend aus 30 B-Kanälen mit je 64 kbit/s und einem gemeinsam genutzten D-Kanal mit 64 kbit/s ($D_{64}$).

Eine Schnittstellenstruktur ergibt sich aus der Zusammenfassung standardisierter Kanalarten (B-, $D_{16}$-, $D_{64}$-, $H_0$-, $H_{11}$-Kanäle usw.). Die Kanalarten und die daraus gebildeten Schnittstellenstrukturen sind Inhalt der Empfehlung I.412. Der Basisanschluß wird wie der bisherige Hauptanschluß eingesetzt. Einem ISDN-Teilnehmer stehen damit zwei transparente 64-kbit/s-Kanäle für seine Kommunikation zur Verfügung. Über den Primärratenanschluß werden Vorfeldeinrichtungen (Multiplexer, Konzentratoren) oder größere Nebenstellenanlagen an das öffentliche Netz angeschlossen.
Der Auf- und Abbau dieser Kanäle von einem Teilnehmer zum anderen oder zu anderen speziellen Teilnehmern (z. B. Datenbanken, Sprachspeichersystemen) werden in den Vermittlungseinrichtungen entsprechend der Teilnehmersignalisierung vorgenommen. Für die Übertragung der Signalisierung zwischen den Teilnehmern und der Zugangsvermittlung wird ein extra Kanal, der D-Kanal verwendet. Die Zeichengabe für leitungsvermittelte Verbindungen auf der Teilnehmerleitung erfolgt damit unabhängig von den Nutzkanälen (outslot).
Zwischen den Vermittlungen kommt für die Übertragung der Signalisierungsinformationen das Zeichengabesystem Nr. 7 zur Anwendung. Die dabei verwendeten Zentralen Zeichengabekanäle nutzen in der Regel die gleichen Medien, wie sie für die Übertragung von B-Kanälen verwendet werden, können aber andere Wege als die zugehörigen B-Kanäle gehen.
Die Zugangsprotokolle ermöglichen, daß ausgehend von einem Teilnehmer Signalisierungsverbindungen zu mehreren anderen Teilnehmern (mit und ohne durchgeschalteten B-Kanal) existieren oder daß die zwei B-Kanäle eines Teilnehmers ebenfalls zu unterschiedlichen Teilnehmern durchgeschaltet sind bzw. im Verlaufe einer Kommunikation werden. Weiterhin sind viele neue Leistungsmerkmale einrichtbar, wie Anzeige der Nummer des rufenden Teilnehmers, Gebührenanzeige, Gebührenübernahme, Dienstwechsel im Verlaufe einer Verbindung usw.
Mit dem Aufbau eines Schmalband-ISDN, bestehend aus dem Schmalbanddurchschaltenetz, dem Signalisierungsnetz und gegebenenfalls einem Paketnetz, werden gleichzeitig wesentliche Voraussetzungen für den Betrieb eines Breitband-ISDN geschaffen. Existieren die breitbandigen Kanäle bis zu den Teilnehmern und

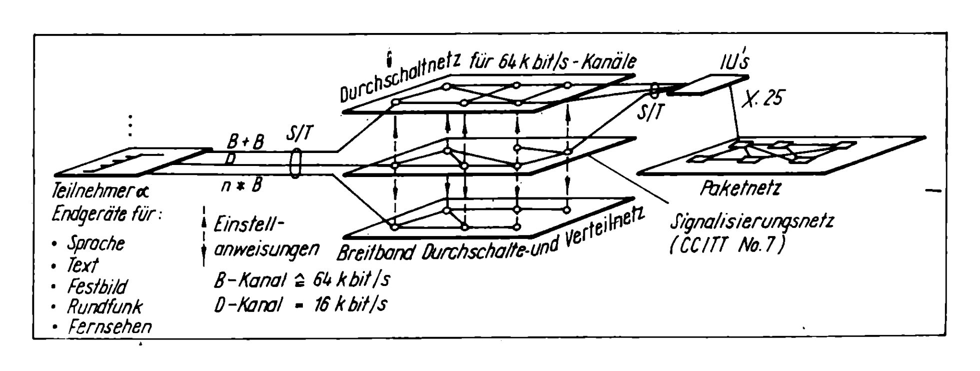



Bild 1. ISDN-Netzstruktur

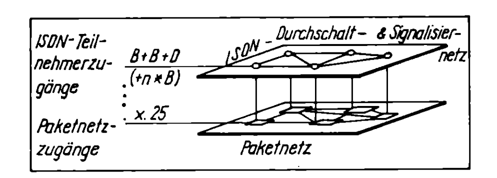



**Bild 2**
Maximumintegration des Paketnetzes

die entsprechenden Durchschalte- und Verteileinrichtungen in den Netzknoten, ist es gleich, ob durch Steueranweisungen über den D-Kanal ein Schmalband- oder Breitbandkanal durch das entsprechende Netz aufgebaut wird. Die Fähigkeit der Verbindungssteuerung ist durch das Signalisierungsnetz gegeben. In Zukunft ist es mithin möglich, daß die gleichen Steuerungsmittel, mit denen Gesprächs-, Daten-, Text- oder Festbildverbindungen im Schmalband-ISDN hergestellt werden, auch zum Abruf von Rundfunk- und Fernsehprogrammen und zur Herstellung hochkanaliger Datenverbindungen, Videoverbindungen usw. im Breitband-ISDN benutzt werden können.

Für die Einbeziehung eines Paketnetzes in das ISDN gibt es unterschiedliche Ansätze (I.462 bzw. X.31). Einer dieser Ansätze, Minimumintegration genannt, geht davon aus, daß das Schmalband-ISDN als Zubringer für das Paketdatennetz fungiert. Diese Möglichkeit kann man in den Ländern nutzen, in denen ein Paketdatennetz bereits vorhanden ist. Auf diese Weise können neben der Nutzung der Informationsübertragungskapazität des Paketnetzes die Anschlußleitungslängen an dieses Netz drastisch verringert werden. Die mittleren Anschlußlängen, bezogen auf das Fernsprechnetz, sind je nach Ausbaugrad bis 30mal größer und damit ein entscheidender Kostenfaktor. Der Zugang zum Paketnetz bei dieser Minimumintegration ist nur über B-Kanäle möglich. Die B-Kanäle zwischen Paketendgeräten einerseits und den Paketnetzzugangseinheiten andererseits können durch den Betreiber fest geschaltet sein oder für die Dauer der Paketverbindung durch den Nutzer mit Hilfe der D-Kanal-Signalisierung geschaltet werden. Die Minimumintegration ist im Bild 1 angedeutet. Die Übergänge zwischen dem leitungs- und paketvermittelten Netz werden durch Netzübergangseinheiten (IU interworking unit) realisiert.

Eine zweite Möglichkeit besteht in der vollständigen Einbeziehung eines Paketnetzes. In den Netzzugangsknoten des ISDN (Ortsvermittlungsstellen) werden Paketnetzzugangseinheiten installiert, über die Paketdaten aus den B- und/oder D-Kanälen in das Paketnetz eingespeist bzw. ankommende Paketsendungen auf die entsprechenden B- und/oder D-Kanäle verteilt werden können.

Diese sogenannte Maximumintegration (Bild 2) hat den Vorteil, daß Datensendungen ohne Echtzeitforderungen z. B. über das Paketnetz übertragen werden können und Datensendungen mit Echtzeitforderungen über geschaltete B-Kanäle. Damit wird insgesamt eine effektive Nutzung des Gesamtnetzes möglich. Falls das Paketnetz Echtzeitsendungen übertragen kann, ergeben sich für die Netzgestaltung neue Aspekte. Im Extremfall könnte dann z. B. auf schmalbandige leitungsvermittelte Verbindungen ganz verzichtet werden, was aber momentan noch nicht zu erwarten ist.

Das künftige Gesamtnetz entwickelt sich aus der Verschmelzung aller Komponenten in Richtung auf ein universelles diensteintegrierendes breitbandiges Durchschalte- und Verteilnetz. Dieser Prozeß wird mehrere Jahrzehnte dauern. Dabei wird es international große Unterschiede geben, in Abhängigkeit von der Digitalisierungsstrategie, den Möglichkeiten und den bereits existierenden digitalen Komponenten.

## 2. Dienste im ISDN

Wie aus der Bezeichnung diensteintegrierendes digitales Netz hervorgeht, soll durch ein Netz eine Vielzahl von Diensten abgedeckt werden. Die Basis dafür bilden standardisierte Netzzugänge, die die physikalischen, logischen und prozeduralen Schnittstellen betreffen. Die relativ hohe Kanalkapazität von 64 kbit/s, verglichen mit existierenden Netzen, die Übertragungssicherheit und die Normung des Netzzugangs, läßt eine große Dynamik in der Diensteentwicklung erwarten. Es werden zahlreiche neue Dienste entstehen und bereits existierende Dienste in einer neuen Qualität angeboten werden.

Aufgrund der längerfristigen, schrittweisen Herausbildung des Gesamtnetzes sind durch ISDN-Vermittlungseinrichtungen damit sowohl Dienste abzudecken, wie sie aus herkömmlichen Netzen bekannt sind, als auch ihre ISDN-Entsprechungen bzw. neue Dienste. In dieser Übergangsphase wird es z. B. der Fall sein, daß der Dienst Fernsprechen über das analoge Fernsprechnetz, über analoge Zugänge des digitalen Netzes und über digitale Zugänge des digitalen Netzes angeboten wird. Gleiches wird auch für viele andere Dienste zutreffen. Die Sicherung der Netzübergänge (Code-, Protokollumsetzung, Kompatibilitätsprüfungen usw.) wird damit eine bedeutende Rolle spielen. Im Bild 3 sind aus dieser Sicht die Hauptfunktionsgruppen einer ISDN-Vermittlung in einer möglichen Diensteumgebung dargestellt.

Funktionell im Zentrum der Vermittlungseinrichtungen ist das digitale Koppelnetz angeordnet. Gelegentlich wird dafür auch der Begriff Kommunikationsprozessor als Sammelbegriff dafür verwendet, daß dieser Teil sowohl die Kanäle für eine Nutzerkommunikation zwischen den Zu- und Abgängen einer Vermittlung als auch Kanäle für Steuerungsinformationen zwischen den Modulen zur Herstellung von Nutzerverbindungen und deren Verwaltung bereitstellt. Um diesen Kommunikationskern herum sind Module für analoge und digitale Teilnehmerzugänge, für Übergänge zu anderen Netzen, für den Zugang zu Übertragungseinrichtungen des digitalen Netzes und Steuerungsmodule angeordnet.

Die Bereitstellung herkömmlicher Dienste kann, wie bisher, über den normalen a/b-Hauptanschluß und die bekannten Endgeräte erfolgen. Die Anpassung an die ISDN-Umgebung erfolgt in dem Fall zentral in spezialisierten Modulen für analoge Sätze. Eine dezentrale Anpassung an die ISDN-Nutzer-Netz-Schnittstelle wird mit sogenannten Terminaladaptoren (TA) vorgenommen. Es sind Terminaladaptoren für a/b-Schnittstellen (TA a/b), für X.21-Schnittstellen (TA X.21), für X.25-Schnittstellen (TA X.25) oder für V-Schnittstellen (TA V) vorgesehen. Anpassungseinrichtungen, ob zentral oder dezentral angeordnet, haben zwei Hauptfunktionen zu erfüllen:

- Anpassung an den B-Kanal, z. B. durch AD- bzw. DA-Wandlung, Übertragungsgeschwindigkeitsanpassung
- Umsetzung der herkömmlichen Zeichengabe in die D-Kanal-Zeichengabe des ISDN.

Eine solche Anpassungsstrategie ermöglicht die weitere Nutzung vorhandener und zumeist teurer Endgerätetechnik an einem neuen Netz und damit einen kontinuierlichen Übergang.

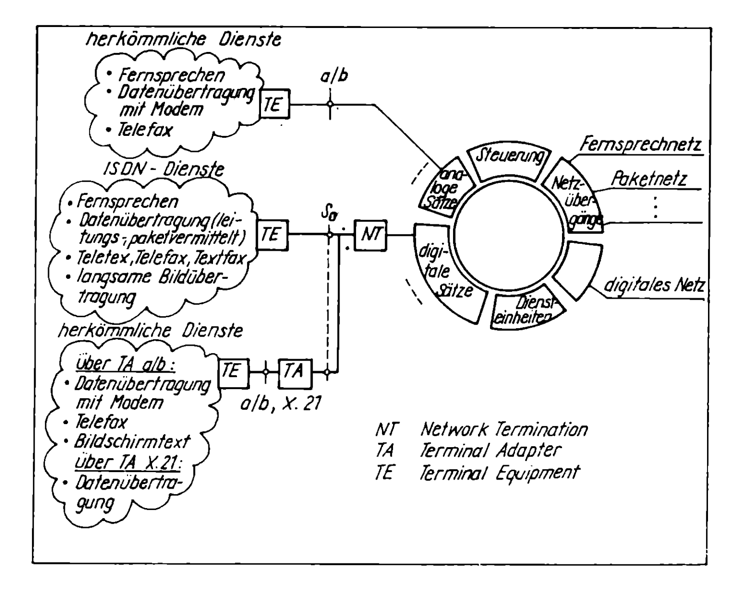
Die neuen 64-kbit/s-ISDN-Dienste werden eine Reihe von Vorzügen aufweisen, wie z. B.:

- kürzere Verbindungsaufbauzeiten
- verbesserte Sprachqualität
- kürzere Datenübertragungszeiten
- Erleichterungen bei der Nutzung des Netzes durch Bedienungshinweise
- orts- und zeitunabhängige Kommunikation durch Mailbox-Dienste, wodurch die Anschaffung ISDN-kompatibler Endgeräte und deren Anschluß motiviert wird.

Eine große Rolle bei der Diensteversorgung von ISDN-Teilnehmern spielen Diensteeinheiten. Diese kann man in zwei Gruppen einteilen:

- Kommunikation unterstützende Diensteeinheiten
- Kommunikation ermöglichende Diensteeinheiten.

**Bild 3.** Umgebung einer ISDN-Vermittlung in der Einführungsphase (der Kreis stellt das Koppelnetz dar)



Erstere sind Einrichtungen zur Speicherung und Verteilung von Informationen. Eine Hauptform bilden allgemein oder individuell benutzbare (elektronische) Briefkästen (Mailboxes). Individuelle Voice Mailboxes sind z. B. elektronische Briefkästen, in denen Sprachinformationen hinterlegt werden können, wenn ein Teilnehmer im Moment nicht erreichbar oder vom Absender eine direkte Kommunikation nicht beabsichtigt ist. Die hinterlegten Informationen können zu jeder Zeit und von jedem Telefon aus durch den Briefkastenmieter abgefordert werden, womit die bereits erwähnte orts- und zeitunabhängige Kommunikation möglich wird. Solche supplementären Dienste sind natürlich auch für alle anderen Dienste (Fax, Teletex, Textfax) einrichtbar. Daneben werden allgemein zugängliche Systeme für Ansage- und Auskunftsdienste existieren, wie sie schon jetzt angeboten werden.

Kommunikation ermöglichende Diensteeinheiten sind Einrichtungen zur Anpassung zwischen Diensten, die im Grundsatz kompatibel zueinander sind. Diese Anpassung kann die Übertragungsgeschwindigkeit, das Format, den Code usw. betreffen. Ein Beispiel hierfür wären Umsetzer zwischen unterschiedlichen Faksimilegruppen. Es sind aber auch Diensteübergänge möglich, beispielsweise von Telex auf Teletex oder Textfax, von Teletex auf Textfax oder eine Sprachausgabe textueller Nachrichten. Die Bereitstellung entsprechender Einrichtungen durch die Netzbetreiber erweitert die Kommunikationsmöglichkeiten der Nutzer beträchtlich und sichert eine effektivere Nutzung der Endgerätetechnik.

Nach diesen anwendungsbezogenen Aspekten der Diensteversorgung sollen im folgenden noch einige Ausführungen zu Dienstedefinitionen, wie sie in den I-Empfehlungen dargelegt sind, gemacht werden. Die grundlegenden Methoden zur Beschreibung von Diensten in einem ISDN, einschließlich der Merkmale des Netzes, die für die Bereitstellung eines Dienstes notwendig sind, werden in der I. 130 dargelegt. Danach erfolgt die Beschreibung von Diensten durch Attribute (Eigenschaften), die durch Werte (Parameter) näher erklärt werden, beispielsweise durch:

- den Informationsübertragungsmode, als Art der Übertragung der Nutzerinformationen durch das Netz; dieses Attribut kann die Werte durchschaltevermittelt oder paketvermittelt annehmen
- die Informationsübertragungsrate, verstanden als Bitrate bei durchschaltevermittelten Verbindungen, bzw. als Durchsatz bei paketvermittelten Verbindungen
- die Informationsübertragungsleistung, als Fähigkeit des Netzes, unterschiedliche Informationsarten zu übertragen; die Werte können sein
  - — uneingeschränkte digitale Information
  - — Sprache (z. B. codiert nach A- oder $\mu$-Gesetz)
  - — Audio (mit Bandbreiten von 3,1; 7; 15 kHz) u. a.
- Zugangskanal, Zugangsrate als Beschreibung der Kanäle und ihrer Bitraten, die am Zugangspunkt für Nutzer- bzw. Signalisierungsinformationen zur Verfügung stehen (z. B.: B, E, $D_{16}$, $D_{64}$, H0, H11, H12)
- das Zugangsprotokoll, womit sowohl die Protokolle für die Signalgabe als auch für den Nutzerkanal gemeint sind. Die Werte für den Signalgabekanal könnten z. B. I. 440/441, I. 450/451 und für den Informationskanal z. B. G. 711, X. 25, T. 60 usw. sein.

In der Empfehlung I. 210 werden die Prinzipien der Telekommunikationsdienste, die durch ein ISDN unterstützt werden, dargelegt. Unter Dienst oder Telekommunikationsdienst (service, telecommunication service) wird die Fähigkeit eines Netzes verstanden, ein spezifisches Kommunikationsbedürfnis seiner Nutzer zu befriedigen. Zwei grundlegende Dienstarten werden unterschieden: Transportdienste (bearer services) und Teledienste (tele services).

Ein Transportdienst (I. 211) ist ein Dienst, der eine Signalübertragung zwischen genormten Nutzer-Netz-Schnittstellen ermöglicht. Die Standardisierung umfaßt die Schichten 1 bis 3 des OSI-Modells. Es ist also nur geregelt, wie man einen Kanal zwischen Nutzern auf- und abbaut, die Nutzung des Kanals, d. h. was, wie, wann und in welcher Reihenfolge übertragen wird, ist nicht festgelegt.

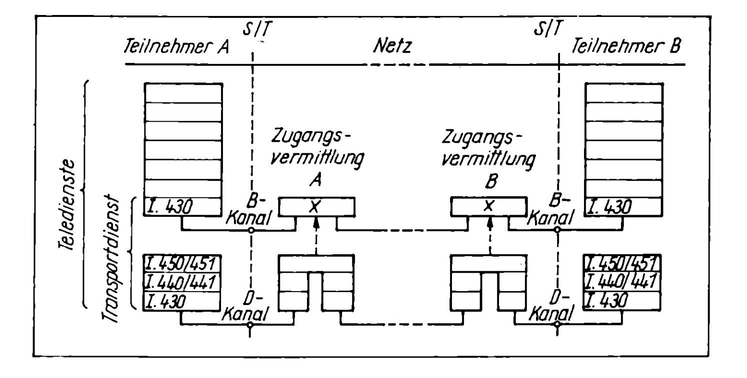
Der Zugang für Teledienste (I. 212) tritt dem Nutzer in Gestalt eines Computers, eines Teletex- oder Telefaxendgerätes bzw. eines Fernsprechendgerätes entgegen. Damit ist klar, daß ein Teledienst neben den standardisierten Netzzugängen auch funktionell standardisierte Endgeräte einschließt. Die Unterschiede zwischen den Dienstarten werden anhand der Protokollstruktur für eine leitungsvermittelte Verbindung (Bild 4) verdeutlicht. Aus diesem Bild geht nochmals die bereits eingangs erwähnte funktionelle Teilung des Netzes in eine Durchschalteebene für B-Kanäle und in eine Signalisierungsebene, mit der diese Durchschaltung bewerkstelligt wird, hervor.

Es wird deutlich, daß ein leitungsvermittelter Transportdienst die Protokolle der Schichten 1 bis 3 des D-Kanals und der Schicht 1 des B-Kanals umfaßt. Nach der Herstellung der Verbindung steht den Teilnehmern ein transparenter 64-kbit/s-B-Kanal zur Verfügung, für dessen Nutzung sie, einschließlich der Endgerätekompatibilität, selbst verantwortlich sind.

Bei einem paketvermittelten Transportdienst sind zusätzlich noch die Schichten 2 und 3 des B-Kanals definiert, wobei die Schicht 2 die gesicherte Datenübertragung nach einem HDLC-Protokoll und Schicht 3 die Sendung und den Empfang von Datenpaketen regelt.

Ein Teledienst enthält alle Protokollbeziehungen eines Transportdienstes. Darüber hinaus sind Festlegungen zu den Protokollschichten 4 bis 7 des B-Kanals notwendig. Nur so wird es möglich, daß Teledienste weltweit abgewickelt werden können.

Bild 4. Protokollbeziehungen einer leitungsvermittelten Verbindung




### 3. ISDN-Nutzer-Netz-Schnittstellen

Aus der Sicht künftiger ISDN-Teilnehmer wird die Schnittstelle zwischen Nutzer und Netz wie bisher ein Stecker an einem Endgerät sein, der in eine passende Steckdose eingeführt wird. Neu ist, daß alle ISDN-fähigen Endgeräte, ob Telefon, Computer oder Telefaxendgerät, einen einheitlichen Stecker haben. Neu ist weiter, daß an einem Hauptanschluß bis zu acht Steckdosen, vorzugsweise in einer Buskonfiguration, und damit Endgeräte angeschlossen und betrieben werden können. Direkter Internverkehr zwischen den Endgeräten ist dabei nicht vorgesehen. Die Normung dieser Schnittstelle muß aus unterschiedlicher Sicht erfolgen:

- mechanisch, d. h. Anzahl, Anordnung und Abmessung der Stecker bzw. Buchsen
- elektrisch, also Impedanzen der Sender, Empfänger und Busleitungen, der Sendepegel, die zulässigen Dämpfungswerte bzw. Laufzeiten auf den Busleitungen und daraus abgeleitet deren maximale Länge usw.
- logisch, also die Schnittstellenstruktur an der Nutzer-Netz-Schnittstelle, die Anordnung der Kanäle in einem gemeinsamen Rahmen, Mittel und Methoden zur Herstellung und Wahrung von Bit- und Rahmensynchronität; Mechanismen zur Sicherung des Mehrfachzugriffs auf den gemeinsam genutzten D-Kanal
- prozedural, d. h. Verabredung von Regeln (Protokolle), die z. B. die gesicherte Übertragung von Zeichengabeinformationen von Nutzern zu Zugangsvermittlungsstellen und umgekehrt betreffen oder Regeln für den Auf- und Abbau sowie den Betrieb von Verbindungen und Regeln für den Austausch von Nutzerinformationen.

Die Grundlage für die Normung bildet das Referenzmodell für offene Kommunikationssysteme OSI (open system interconnection) (s. Abschn. 3.2).

Im Bild 5 sind die wesentlichen funktionellen Teile eines einfachen Hauptanschlusses an eine ISDN-Ortsvermittlungsstelle dargestellt. Ein solcher Teilnehmeranschluß ist nur auf der Basis einiger spezieller ISDN-typischer Schaltkreise sinnvoll realisierbar.

In [2] [3] und anderen Beiträgen geht man dabei von Bausteinen für folgende Funktionen aus:

- U-Baustein für die bidirektionale Übertragung der notwendigen Kanäle zwischen Vermittlung und Netzabschluß über die herkömmlichen Zweidrahtleitungen. Die Nutzung des bestehenden Leitungsnetzes auch für ein voll digitalisiertes Netz ist zwingend notwendig, da die Kosten für die Kabel einschließlich ihrer Verlegung etwa 60 % der Gesamtkosten eines Fernsprechanschlusses ausmachen. Damit bestehen deutliche ökonomische Zwänge. Für öffentliche Netze

werden wegen der erforderlichen Reichweite (≈ 5 km) Schaltkreise nach dem Echokompensationsprinzip entwickelt. Für geringere Reichweiten (≈ 2 km) ist das einfacher zu realisierende Zeitgetrenntlageverfahren geeignet.
• S-Baustein zur Realisierung einer symmetrischen Vierdrahtverbindung zwischen Netzabschluß und Teilnehmerendgeräten ($S_0$-Schnittstelle).
• D-Baustein zur vollständigen Realisierung der Zugangsprotokolle, mindestens aber der bitorientierten Aufgaben bei der gesicherten Übertragung als Teil eines Mikrorechners.

Haben die Schaltkreise neben programmierbaren funktionellen Interfaces noch ein genormtes Interface für ihre Zusammenschaltung, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für ihren Einsatz. Der S-Baustein kann dann beispielsweise im Endgerät, dem Netzabschluß und dem Teilnehmersatz verwendet werden. Zwei U-Bausteine mit dem Rücken zueinander bilden einen Repeater usw. Bekanntgewordene Implementierungen verwenden 2 µm-CMOS-Technologien, womit man der Verarbeitungsgeschwindigkeit, vor allem aber dem notwendigerweise geringen Leistungsverbrauch gerecht wird. Für ein notspeiseberechtigtes Endgerät steht beispielsweise eine Leistung von maximal 400 mW zur Verfügung, wenn die 220-V-Netzversorgung ausfällt (I.430). Welche Baugruppen mit dieser Leistung auskommen müssen, ist im Bild 6 am Beispiel eines einfachen ISDN-Fernsprechendgerätes angedeutet.

### *3.1. $S_0$-Schnittstelle*

Die $S_0$-Schnittstelle umfaßt die mechanische, elektrische und logische Standardisierung des einfachen Hauptanschlusses (Schicht 1 des OSI-Referenzmodells) und ist Inhalt der Empfehlung I.430. Die $S_0$-Schnittstelle ist eine Vierdraht-Schnittstelle und realisiert folgende Funktionen:

• Zwei unabhängige bidirektionale B-Kanäle (B1 und B2) für Nutzerinformationen. Es ist zulässig, nur einen B-Kanal an der $S_0$-Schnittstelle zu unterstützen.

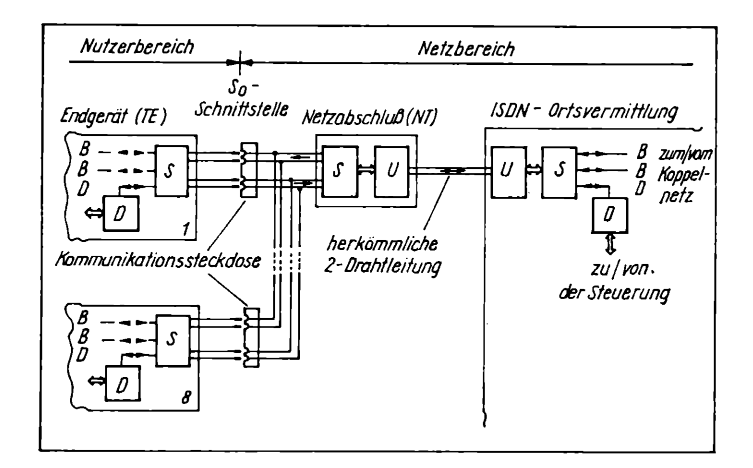



Bild 5. Prinzip eines einfachen ISDN-Hauptanschlusses

• Einen bidirektionalen D-Kanal für die Übertragung der Signalgabeinformationen zwischen Endgeräten und der Zugangsvermittlung und/oder für die Übertragung paketierter Daten.
• Mittel zur Bit-, Wort- und Rahmensynchronisation auf der Seite der Endgeräte und des Netzabschlusses. Der Übertragungsrahmen an der $S_0$-Schnittstelle besteht aus 48 bit in beiden Richtungen und wird mit einer Rahmenfrequenz von 4 kHz gesendet. Da in jedem Rahmen 2 B1- und B2-Kanäle eingeschachtelt sind, ergibt sich ein Worttakt von 8 kHz. Der Bittakt beträgt 192 kbit/s. Der Rahmensynchronismus wird durch Codeverletzung des verwendeten modifizierten AMI-Codes realisiert (AMI alternate mark inversion). Die Modifizierung besteht darin, daß hier binäre 0-Signale (space) alternierend mit ± 0,75 V gesendet werden und 1-Signale (mark) als kein Pegel.
• Einen Echo-D-Kanal (genannt E-Kanal), der im S-Baustein des Netzabschlusses gebildet wird. In diesem Kanal werden die von den Endgeräten gesendeten D-Kanal-Informationen vor der Aussendung des nächsten Bits zu den Endgeräten zurückgesendet. Damit können Mehrfachzugriffe (Kollisionen) von den Endgeräten selbst erkannt werden. Dazu sind aber weitere Festlegungen notwendig (physikalische und prozedurale). Zum Beispiel:
— Senden zwei Endgeräte gleichzeitig, setzt sich auf dem Bus der Pegel durch, der dem logischen 0-Signal entspricht (± 0,750 V).
— Endgeräte, die den D-Kanal im Moment nicht belegen, haben logisch Dauer-1 zu senden, was keinem Pegel entspricht (Sender im hochohmigen Zustand).
— D-Kanalinformationen werden nach den Regeln der HDLC (high level data link control) in Form von Rahmen übermittelt. Ein Rahmen wird durch ein Flag eröffnet und abgeschlossen. Für das Flag wird die Binärkombination 01111110 verwendet. Innerhalb eines Rahmens wird auf der Sendeseite automatisch nach fünf Einsen eine Null eingeblendet, die auf der Empfangsseite ebenso automatisch wieder entfernt wird. Wird also über dem D-Kanal ein Schicht-2-Rahmen gesendet, können zwischen den Flags normalerweise nicht mehr als fünf Einsen nacheinander auftreten.
— Die Übermittlung von Signalgabedaten über den D-Kanal ist privilegiert gegenüber Paketdaten oder Managementdaten.

Will ein Endgerät den D-Kanal für die Übermittlung eines Schicht-2-Signalgaberahmens benutzen, überwacht es den E-Kanal. Wurde achtmal das 1-Signal erkannt (D-Kanal ist damit frei!), setzt es den Rahmen ab und verringert seine Priorität, indem es vor der Sendung des nächsten Rahmens neun 1-Signale abwartet. Damit wird anderen Endgeräten die Erstsendung eines Signalgaberahmens ermöglicht. Sollen Paketdatenrahmen abgesetzt werden, sind beim Erstrahmen zehnmal und bei den Folgerahmen elfmal 1-Signale abzuwarten. Wurde elfmal das 1-Signal erkannt (niemand sendet), werden die Grundprioritäten von 8 bzw. 10 wieder eingestellt. Während der Belegung des D-Kanals wird ständig das zuletzt gesendete D-Kanalbit mit dem reflektierten E-Kanalbit verglichen. Ist keine Übereinstimmung vorhanden, muß das entsprechende Endgerät sofort mit der Sendung aufhören und in den Freiprüfzustand zurückkehren. Beginnen zwei Endgeräte nach erfolgter Freiprüfung gleichzeitig zu senden, was durchaus passieren kann, gibt es solche

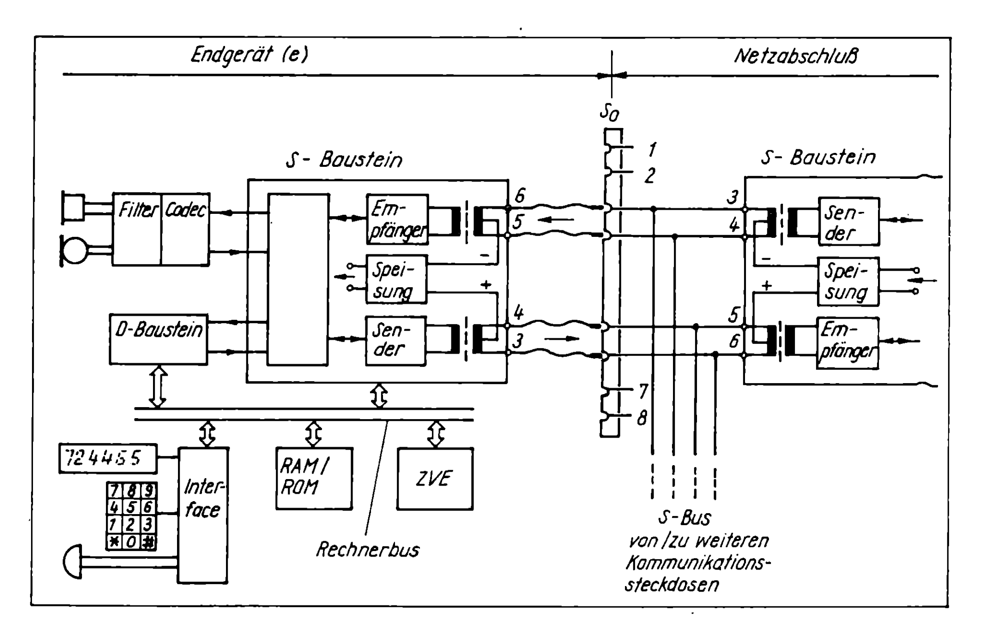



Bild 6. ISDN-Fernsprechendgerät am $S_0$-Bus

prozeduralen Festlegungen, daß das niedriger priorisierte Endgerät einen Verstoß feststellt, seine Sendung abbricht, ohne daß die höher priorisierte Sendung gestört wird. Die Schicht-2-Rahmen sind deshalb so aufgebaut, daß nach dem eröffnenden Flag der SAPI-Wert (SAPI service access point identifier) als Teil der Schicht-2-Adresse gesendet wird. Der SAPI-Wert für Signalgabeprozeduren beträgt 0, für Paketdatenprozeduren 16 und für Managementprozeduren 63. Die Binärkombination des SAPI-Wertes wird beginnend mit dem niederwertigsten Bit gesendet. Folglich bemerkt das Endgerät am ehesten einen Verstoß, in dessen SAPI-Wert am weitesten rechts eine 1 steht. Besteht auch hier Koinzidenz, wird der TEI-Wert (TEI terminal endpoint identifier) die Entscheidung bringen.
Diese Art des Zugriffs und der Kollisionserkennung sichert Gleichberechtigung und eine effiziente Nutzung des D-Kanals, da der höher Priorisierte seine Sendung trotz Kollision ungestört fortsetzen kann.

Deaktivierung und Aktivierung

Diese Funktionen werden benutzt, um Endgeräte und Netzabschluß in einen leistungsarmen Zustand zu versetzen bzw. wieder zu aktivieren. Im Ruhezustand sind nur noch Schaltungsteile zur Erkennung der Aktivierung bzw. Identitäts- und Statusspeicher in Betrieb.

Speisung von Endgeräten

Von den acht möglichen Leitungen an der Kommunikationssteckdose sind die Leitungen 3—4 und 5—6 für den bidirektionalen Datenaustausch vorgesehen. Diese Leitungspaare können einen Phantomkreis für die Speisung bereitstellen (Bild 6). Das ist jedoch nicht zwingend vorgeschrieben, auch nicht die Übertrageranikopplung. Dafür können durchaus Schaltungen mit äquivalentem Verhalten eingesetzt werden, über die Leitungspaare 1—2 und 7—8 sind unterschiedliche Speisevarianten einrichtbar.

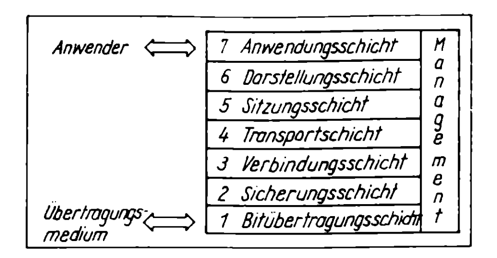
Größte Bedeutung hat aber die Speisung der Endgeräte aus dem Netzabschluß über Phantomkreise. Der NT wird normalerweise aus dem 220 V-Netz gespeist. Die von den Endgeräten maximal entnehmbare Leistung unterliegt der Festlegung durch die entsprechende Fernmeldeverwaltung. Die DBP hat z.B. $\geqq 4$ W am NT-Ausgang und 3,6 W am TE-Eingang bei maximal 0,9 W je Endgerät festgelegt [4].
Beim Ausfall des 220 V-Netzes ist die Notversorgung des Netzabschlusses und eines Endgerätes je Anschluß aus der Vermittlung vorgesehen. Dieses Endgerät wird als notspeiseberechtigt bezeichnet. Der Notspeisebetrieb wird vom NT aus durch Umpolung der Speisespannung signalisiert. Im Bild 9 ist die Polarität der Speisung im Normalbetrieb dargestellt. Wechselt also die Polarität, darf nur noch das notspeiseberechtigte Endgerät Leistung entnehmen, die kleiner als 400 mW sein muß (I.430). Tritt der Notspeisebetrieb im deaktivierten Zustand ein, beträgt die maximal entnehmbare Leistung 25 mW. Für den Normalbetrieb ist noch kein Wert festgelegt.

Nach diesem Überblick über die wesentlichen Funktionen an der $S_0$-Schnittstelle folgen nun einige Betrachtungen zu den Zeichengabeprotokollen auf Teilnehmerleitungen. Weitergehende Ausführungen sind in [5] [6] enthalten.

### *3.2. Zeichengabe auf Teilnehmeranschlußleitungen*

Die ISDN-Signalgabeprotokolle basieren auf dem Referenzmodell für offene Kommunikationssysteme. Die diesem Modell zugrunde liegende Methode besteht darin, die Komplexität von Kommunikationsprozessen überschaubarer zu machen, indem diese in 7 Funktionsschichten aufgegliedert werden (Bild 7).
Jede Schicht (Layer) hat einen festgelegten Funktionsumfang, stellt diesen der nächst höheren Schicht zur Verfügung und nutzt selbst die Leistungen der nächst niederen Schicht. Das gesamte Kommunikationssystem wird durch Verwaltungsfunktionen (Management) überwacht und gesteuert. Diese Funktionen haben unmittelbaren Bezug zu allen Schichten. Der Funktionsinhalt ist sehr verschieden, weil er von der konkreten Systemimplementierung abhängig ist. Die Zusammenarbeit zwischen den Schichten wird durch Primitive, (gedachte Befehle und Meldungen) gesteuert. Die Anzahl und die Bezeichnung ergeben sich aus den Aufgaben, die eine Schicht erfüllt. Der Zugriff auf Leistungen der niederen Schicht erfolgt über Dienstzugriffspunkte (service access point SAP).
Innerhalb der einzelnen Schichten (horizontal) bestehen gedachte (logische) Verbindungen zwischen den Kommunikationspartnern (entities Instanzen). Die Regeln für die Kommunikation zwischen Instanzen bilden sogenannte paarige Protokolle (peer-to-peer-protocols; s. Bild 8). Für die Signalgabe zwischen Endeinrichtungen und

**Bild 7**
Struktur des OSI-Schichtenmodells




ISDN-Zugangsvermittlungen über den D-Kanal sind nur die Schichten 1 bis 3 mit folgenden Aufgaben standardisiert:
- Schicht 1 — Bereitstellung von Übertragungsmitteln für B- und D-Kanäle einschließlich der Takt-, Wort- und Rahmensynchronisation. Im Fall der $S_0$-Schnittstelle kommen noch die Funktionen Aktivierung, Deaktivierung und Sicherung des Mehrfachzugriffs hinzu, wie bereits im Abschnitt 4.1 besprochen. Der Primärratenzugang bleibt demgegenüber immer aktiv.
- Schicht 2 — als Sicherungsschicht oder LAPD (link access procedure on the D-channel) bezeichnet, stellt sie der Schicht 3 die Errichtung und den Abbau von Schicht-2-Verbindungen, die Anzeige nicht behebbarer Schicht-2-Fehler, die Anzeige von Schicht-2-Ausfällen, die Anzeige ihres Status usw. zur Verfügung. Die Hauptaufgabe ist aber die gesicherte Übertragung von Schicht-3-Informationen, also Signalisierungsinformationen oder Paketdaten. Dabei ist zu beachten, daß mehrere Endgeräte an der $S_0$-Schnittstelle angeschaltet sein können, wodurch der Betrieb von Punkt-zu-Punkt (point-to-point) und Punkt-zu-Mehrpunktverbindungen (broadcast) notwendig wird und des weiteren von einem Endgerät aus gleichzeitig mehrere Schicht-3-Verbindungen zur Vermittlung existieren können. Die Sicherungsschicht ist Inhalt der Empfehlungen I.440/441.
- Schicht 3 — Steuerung des Auf- und Abbaus sowie des Betriebs leitungs- oder paketvermittelter Verbindungen mit einem standardisierten Nachrichtenaustausch zwischen Schicht-3-Instanzen. Die wesentlichen Funktionen sind die Erzeugung und Auswertung von Schicht-3-Nachrichten, die Kommunikation mit der Schicht 2 zur Realisierung des Nachrichtentransports, die Verwaltung unterschiedlicher Verbindungen durch Referenznummern, die zeitliche Überwachung der Verbindungszustände, die Überprüfung der Dienstfähigkeit usw. (Empfehlungen I.450/451).

Man unterscheidet zwei Protokollvarianten zur Herstellung von Verbindungen, das funktionale Protokoll und das Stimulusprotokoll. Das Stimulusprotokoll funktioniert veranschaulicht so, wie der jetzige Ablauf bei der Herstellung einer Telefonverbindung. Vom Endgerät gehen einfache Anreize aus (Abgehoben, Aufgelegt, Wahlziffer, Erdtaste), die vom Netz zu Bedienhinweisen (Hörtöne) und zur Verbindungsherstellung führen. Die Intelligenz ist im Netz zentralisiert, die Endgeräte sind vergleichsweise unintelligent und damit einfach. Da keinerlei Signalisierungsvorverarbeitung auf der Endgeräteseite existiert, werden hierbei aber auch im Mittel mehr Meldungen zwischen Endgerät und Vermittlung ausgetauscht, was zu einer stärkeren Belastung der D-Kanalverbindungen führt. Beim funktionalen Protokoll ist auf beiden Seiten der Schnittstelle die gleiche Intelligenz angesiedelt. Das funktionale Protokoll wird bevorzugt verwendet [4].
Schicht-3-Nachrichten werden in einer byte-orientierten Struktur übertragen. Im 1. Oktett befindet sich der Protokolldiskriminator (Binärwort 00001000 für Protokoll nach I.451). Damit besteht die Möglichkeit, auch eigene nationale Protokolle zu verwenden. Die Referenznummer zur Verwaltung verschiedener Schicht-3-Verbindungen kann 2 bis 16 Oktetts lang sein, wobei im 2. Oktett die Länge binär codiert wird. Nach der Referenznummer folgt in einem Oktett der Nachrichtentyp. Diese drei Elemente sind in jeder Schicht-3-Nachricht enthalten. Zur genaueren Spezifikation eines Nachrichtentyps können diesem mehrere Nachrichtenelemente (Rufnummer, Dienstmerkmale, Kanalzuweisung usw.) folgen. Am Beispiel eines einfachen Verbindungsaufbaus soll die Arbeitsweise der Schicht 3 verdeutlicht werden. Die Signalgabebeziehungen gehen aus Bild 8 hervor. Der B-Kanal führt in dieser vereinfachten Darstellung sofort auf das Koppelnetz.
Die beiden beteiligten Schicht-3-Bearbeiter realisieren einen endlichen Automaten. Diese Automaten beschreiben allgemeine Verbindungsabläufe. Das Erzeugen von Signalgabeinformationen in den Endgeräten bzw. die konkrete Ausführung z.B. der Hörtonaufschaltung, der Koppelnetzansteuerung, der Gebührenzählung

usw. in den Vermittlungseinrichtungen sind nicht Inhalt der Protokolle.

Die Signalgabehardware wird durch den Gabelumschalter, den Nummernschalter und den Wecker gebildet. Bei modernen Endgeräten sind das eine Wahltastatur, eine alphanumerische Anzeige, Summer u.a. (s. a. Bild 6). Diese Hardware wird durch Gerätesteuerprogramme bedient. Im Fall des verwendeten Nummernschalters können hier die gleichen Abtast- und Auswerteprogramme eingesetzt werden, wie in den Teilnehmermodulen für a/b-Zugänge digitaler Vermittlungsanlagen.

Im Bild 9 ist ein beispielhafter Ablauf einer Schicht-3-Signalgabe dargestellt. Das Abheben des Hörers hat die Übermittlung der Nachricht SETUP (Anforderung einer Verbindung mit B-Kanalbenutzung) vom Schicht-3-Bearbeiter der Endgeräteseite zu einem Schicht-3-Bearbeiter auf der Vermittlungsseite zur Folge. Die logische Verbindung zwischen den Bearbeitern wird durch die Referenznummer gesichert, die in jedem Schicht-3-Rahmen mit übertragen wird. In der Vermittlung wird über den B-Kanal das Wählzeichen aufgeschaltet und von der Schicht-3-Instanz die Nachricht SETUP ACKnowledge (Wahlinformationen senden) gesendet. Diese Nachricht enthält die Mitteilung, welcher der beiden B-Kanäle zu verwenden ist, und kann darüber hinaus Informationen enthalten, die auf einem Display angezeigt werden (beispielsweise: „Bitte Rufnummer eingeben") oder im Endgerät vorhandene Tonquellen aktivieren. Die Rufnummer kann nun im Block oder ziffernweise unter Verwendung der Nachricht INFOrmation zur Vermittlung übertragen werden. Das Netz quittiert den Empfang einer vollständigen Adresse mit CALL PROCeeding (alle Wahlinformationen liegen vor, Verbindung wird aufgebaut). Es ist auch möglich, sofort mit der SETUP-Nachricht die vollständige Wahlinformation zu übermitteln. In diesem Fall würde das Netz auch unmittelbar mit CALL PROC reagieren. Nach dem Vorliegen einer vollständigen Wahl wird eine Verbindung von der Ursprungsvermittlungsstelle zur Zielvermittlungsstelle aufgebaut. Für diese netzinterne Signalgabe wird das Kennzeichensystem Nr. 7 verwendet.

Von einer daraufhin in der Zielvermittlungsstelle eingerichteten Schicht-3-Instanz wird eine SETUP-Nachricht an alle Endgeräte der gewählten $S_0$-Schnittstelle gesendet (Rundsendeverbindung der Schicht 2). Diese SETUP-Nachricht enthält die Zuweisung eines B-Kanals und solche Mitteilungen, aus denen die Endgeräte ihre Zuständigkeit ermitteln können. Fühlen sich mehrere Endgeräte angesprochen (im Bild 8 z. B. die Endgeräte B und C), senden sie die Nachricht ALERTing (Verbindung ist möglich, Ruf geht ab) und veranlassen die Aktivierung ihres Ruforgans (z. B. Wecker). Das erste ALERT führt auf der Ursprungsseite ebenfalls zu einer ALERT-Nachricht (Ruf wurde angenommen), und über den B-Kanal wird das Freizeichen aufgeschaltet. Wird eins der gerufenen Endgeräte abgehoben, setzt der Schicht-3-Bearbeiter an seinen Partner in der Vermittlung einen Schicht-3-Rahmen mit der Nachricht CONNect (Verbindung wurde angenommen) ab. Er erhält zur Bestätigung, daß er die Verbindung zugeteilt bekommt, die Nachricht CONNect ACKnowledge. Alle anderen Endgeräte werden mit RELease (Auslösen der Schicht-3-Verbindung) und RELease COMPlete in den Ruhezustand versetzt. Die CONN-Nachricht führt auf der rufenden Seite ebenfalls zu einer CONN-Nachricht, zur Abschaltung des Freizeichens und zur Durchschaltung des B-Kanals. Jetzt kann die Kommunikation über den B-Kanal abgewickelt werden. Das Auflegen einer der Gesprächspartner führt zu einer DISConnect-Nachricht (Auslösen der Verbindung). Der benutzte B-Kanal wird freigegeben und die Schicht-3-Verbindungen werden abgebaut.

Der Austausch von Schicht-3-Nachrichtenrahmen wird durch Schicht-2 realisiert. LAPD unterstützt folgende Transferkonzepte:

- nichtquittiertes Rundsenden (Broadcast) mit sogenannten UI-Rahmen (UI unnumbered information),
- gezieltes Senden (point-to-point) von Schicht-3-Informationen durch nichtquittierte UI-Rahmen modulo 128.

Bei der nichtquittierten Arbeitsweise werden Übertragungs- und Formatfehler erkannt. Mechanismen zur Korrektur fehlerhafter Rahmen, z. B. durch Wiederholung, existieren hier nicht. Fehlerhafte Rahmen werden als nicht empfangen betrachtet. Bei der quittierten Arbeitsweise von Schicht-2-Verbindungen werden fehlerhafte Rahmen korrigiert, so daß behebbare Fehler vor den Schicht-3-Einrichtungen verdeckt bleiben.

Ein Schicht-2-Rahmen besteht aus einer unterschiedlichen Anzahl

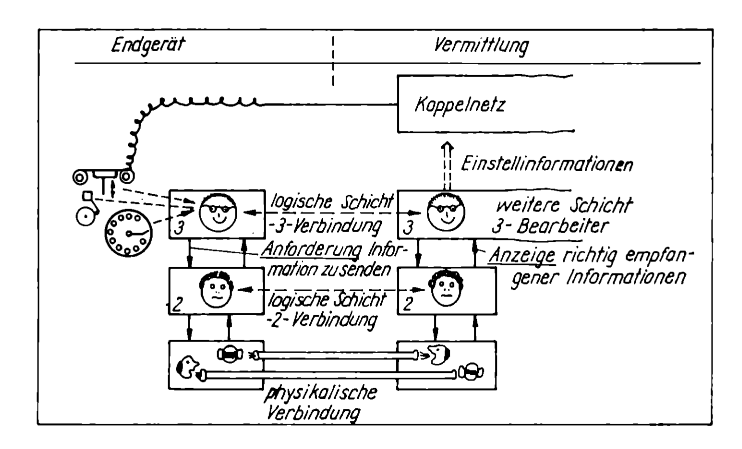



**Bild 8.** Signalgabebeziehungen zwischen Nutzer und Netz

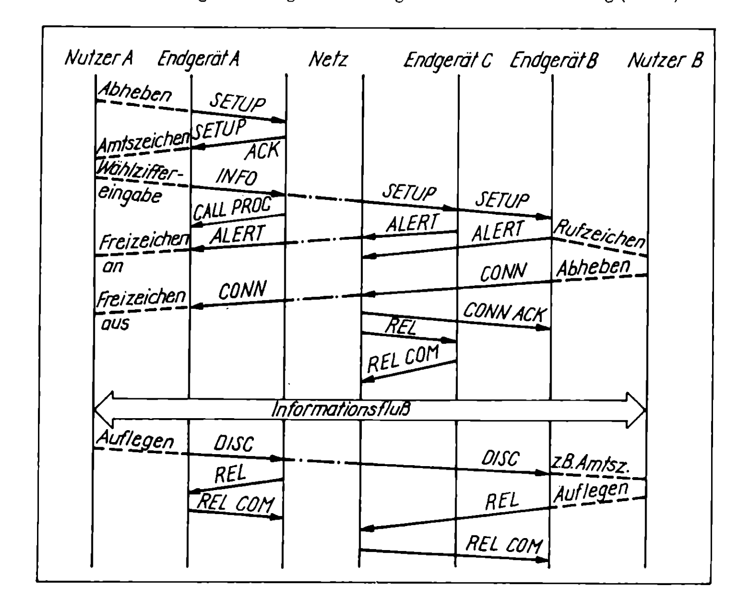
von 8-bit-Worten, Oktetts genannt. Die Numerierung der Bits eines Oktetts geht von 1 bis 8. Bei der Aussendung wird mit dem Bit 1 begonnen. Jeder Rahmen beginnt und endet mit einem Flag (Binärkombination 01111110). Nach dem eröffnenden Flag folgen 2 Oktetts mit der Adresse der Schicht-2-Verbindung. Diese Schicht-2-Adresse besteht, allgemein ausgedrückt, aus einer Dienstekennung (SAPI service access point identifier) und einer Endgerätekennung (TEI terminal endpoint identifier). Die SAPI-Worte für Signalgabe-, Paketdaten- und Managementprozeduren wurden bereits im Abschnitt 3.1 angegeben. Der TEI-Wert wird durch spezielle TEI-Prozeduren, die Teil der Managementfunktion sind, zugewiesen. Für Rundsendeverbindungen wird der Gruppen-TEI mit dem Wert 127 verwendet. Für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen kann der TEI-Wert 0 bis 126 sein.

Nach der Schicht-2-Adresse folgt das Steuerfeld, das den Rahmentyp kennzeichnet. Die Länge des Steuerfelds beträgt 1 Oktett bei unquittiertem Betrieb, Einzelrahmenbetrieb und Mehrrahmenbetrieb modulo 8. Beim Mehrrahmenbetrieb modulo 128 werden 2 Oktetts verwendet. Das Steuerfeld ist je nach Rahmentyp unterschiedlich aufgeteilt, in

- Format I, für numerierte Schicht-3-Informationsübertragung
- Format S, für Steuer- und Überwachungsrahmen
- Format U, für nichtnumerierte Übertragung von Schicht-3-Informationen oder Steueranweisungen.

I-Rahmen sind das dominante Mittel zur Übertragung von Schicht-3-Informationen. In dem Steuerfeld dieser Kommandorahmen ist eine Sendefolgenummer N(S) (send sequence number) und eine Empfangsfolgenummer N(R) (receive sequence number) untergebracht. Alle zu sendenden Rahmen werden modulo 8 durchnumeriert. Die entsprechende Nummer (0 ··· 7) wird bei der Aussendung in das N(S)-Feld eingetragen. Die Partnerinstanz quittiert richtig

**Bild 9.** Ablauf der Signalisierung einer leitungsvermittelten Verbindung (I. 431)



empfangene I-Rahmen durch Angabe der Nummer im N(R)-Feld. Dabei wird nicht der Rahmen bestätigt, dessen Nummer im N(R)-Feld steht, sondern der vorhergehende (N(R)-1) Rahmen. Das N(R)-Feld kann Bestandteil eines I- oder S-Rahmens sein. Diese Quittungsmethode sichert einen kontinuierlichen Datenfluß, da die Partnerinstanz eine Reaktionszeit erhält. So können im Fall einer Numerierung modulo 8 und einer Fenstergröße von 7 bis zu 7 Rahmen ausgesendet werden, ohne dafür eine Quittung erhalten zu haben. Die maximale Fenstergröße $F_{max}$ erhält man aus Modulowert minus 1 (bei modulo 8 ist $F_{max} = 7$ und bei modulo 128 ist $F_{max} = 127$). Es können auch kleinere Fenstergrößen vereinbart werden. S-Rahmen (supervisiory) sind zur Steuerung von Schicht-2-Verbindungen vorgesehen. Sie können z.B. genutzt werden zur Quittierung von I-Rahmen, zur Anforderung auf Wiederholung eines I-Rahmens und zum zeitweiligen Aussetzen der Datenübertragung, wenn beispielsweise die Empfangseinrichtung aus unterschiedlichen Gründen nicht empfangsbereit ist.

U-Rahmen dienen zur nichtnumerierten Informationsübertragung und, zusätzlich zu den S-Rahmen, zur Steuerung der Datenverbindungen. Nach dem Steuerfeld können Schicht-3-Informationen eingeordnet werden. Die Oktettanzahl sollte bei Signalisierung nicht größer als 128 und bei Paketdaten nicht größer als 260 sein.

Über alle Informationen eines Rahmens, beginnend mit dem 1. Adreßoktett bis zum letzten Informationsoktett, wird eine Rahmenprüfzeichenfolge (frame checking sequence FCS) von 16 bit Länge gebildet, die ein Erkennen von Mehrfachfehlern erlaubt. Diese beiden Oktetts werden als letzte, vor dem abschließenden Flag gesendet.

**4. Zusammenfassung**

In der vorliegenden Arbeit wurden unter Beachtung der I-Empfehlungen zwei Teilgebiete näher betrachtet:

1. Es wurden Möglichkeiten für den prinzipiellen Aufbau eines diensteintegrierenden Kommunikationsnetzes unter Einbeziehung bereits vorhandener Netze sowie Aspekte der Diensteversorgung diskutiert.
2. Wesentliche Probleme, Bedingungen und Möglichkeiten der Schnittstellengestaltung im Teilnehmerbereich wurden aufgezeigt.

In beiden Fällen wurde auf das prinzipielle Verständnis Wert gelegt; darüber hinaus sind Problemstellungen auch bis zu Einzelheiten diskutiert worden.

NaA 9867

**Literatur**


[1] CCITT: I-Recommendations. Red Book Vol. III. 5, Genf: ITU 1985

[2] *Sailer, H.:* Architektur des digitalen Teilnehmeranschlusses. NTG-Fachberichte Nr. 88, S. 42–49

[3] *Schott, H.:* Der S-Baustein im ISDN-Netzabschluß. NTG-Fachberichte Nr. 88, S. 58–65

[4] *Kahl, P.:* ISDN – Das künftige Fernmeldenetz der Deutschen Bundespost. Heidelberg: R. v. Deckers Verlag, G. Schenk 1985

[5] *Winkler, L.; Streichhahn, T.:* Zeichengabe auf ISDN-Teilnehmeranschlußleitungen – Schicht-2-Funktionen. Wiss. Zeitschrift der Ingenieurhochschule Mittweida, Heft 1/87, S. 2–9

[6] *Streichhahn, T.; Winkler, L.:* Zeichengabe auf ISDN-Teilnehmeranschlußleitungen – Schicht-3-Funktionen. Wiss. Zeitschrift der Ingenieurhochschule Mittweida, Heft 1/87, S. 10–15



Dr.-Ing. *Lutz Winkler;* Prof. Dr. sc. techn. *Ludwig Rettelbusch*, Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik, Platz der DSF 17, Mittweida, 9250


# Aspekte bei der Realisierung der Ebene-3-Funktionen des Zeichengabesystems CCITT Nr. 7


**K. Römpler, KDT, Ilmenau**

Mitteilung aus der Technischen Hochschule Ilmenau, Sektion Informationstechnik und theoretische Elektrotechnik


Für die Realisierung des diensteintegrierenden digitalen Nachrichtennetzes (ISDN) ist u.a. ein Zeichengabesystem (ZGS) notwendig, das gegenüber herkömmlichen ZGS erweiterte Leistungsmerkmale hat. Das von CCITT in SDL spezifizierte Zentralkanal-ZGS Nr. 7 (Q.701 bis Q.707, [1]) bietet durch seine Struktur, Zuverlässigkeit, Modularität und Flexibilität gute Voraussetzungen für die Nutzung im ISDN.

Das ZGS Nr. 7 ist in 4 Funktionsebenen untergliedert, wobei der Nachrichtenübertragungsteil (MTP message transfer part), bestehend aus den Ebenen 1 bis 3, den sicheren Transport der Zeichengabenachrichten gewährleistet (Bild 1).

Für die Anwendung im ISDN wurde das ZGS Nr. 7 inzwischen vom CCITT um einen speziellen ISDN-Nutzerteil (Q.761 bis Q.764, [2]) und einen Zeichengabeverbindungssteuerteil (Q.711 bis Q.714, [3]) erweitert [4].

## 1. Die Ebene-3-Funktionen — Übersicht

Die Ebene 3 kann in die beiden Hauptfunktionsgruppen Nachrichtenbearbeitung und Netzmanagement unterteilt werden. Die funktionellen Beziehungen zwischen diesen beiden Hauptfunktionsgruppen sowie die Schnittstellen der Ebene 3 zu den benachbarten Ebenen bzw. zu benachbarten Zeichengabepunkten (SP signalling point) oder Zeichengabetransferpunkten (STP signalling transfer point) sind im Bild 2 dargestellt.

## 2. Die Nachrichtenbearbeitung

Zeichengabenachrichteneinheiten (MSU message signalling unit), die von den an die Ebene 3 angeschlossenen Zeichengabeleitungen empfangen wurden, werden von der Nachrichtenunterscheidung übernommen. Anhand des SSF und des DPC aus dem Kennsatz (Bild 3) wird überprüft, ob die MSU für diesen SP oder STP bestimmt ist. Wenn das der Fall ist, wird die MSU an die Nachrichtenverteilung weitergereicht. Diese wiederum verteilt die MSU entsprechend ihrer SI-Identifikation an die Nutzerteile der Ebene 4. Fungiert der SP auch als STP, werden die MSU, deren SSF und/oder DPC nicht mit dem des STP übereinstimmt, von der Nachrichtenunterscheidung an die Nachrichtenleitweglenkung abgegeben.

Die auszusendenden MSU aus den Nutzerteilen der Ebene 4 und die Transfer-MSU werden von der Nachrichtenleitweglenkung unter Zuhilfenahme von festen, für jeden SP oder STP unabhängig definierten Lenkungstabellen in Zielrichtung an die entsprechenden Zeichengabeleitungen abgegeben. Die Auswahl einer Zeichengabeleitung in den Lenkungstabellen erfolgt nach dem DPC und bei mehreren verfügbaren Zeichengabeleitungen in eine Richtung (Leitungsbündeln) nach dem Prinzip der Lastteilung mit dem SLS-Code (lastgeteilt zwischen 2, 4, 8 oder 16 Zeichengabeleitungen und Leitungsbündeln).

OPC und DPC ermöglichen eine Adressierung von $2^{14} = 16384$ SP oder STP. Vom CCITT wird bereits ein internationales Numerierungsschema empfohlen (Q.708, [5]).

Mit dem CIC im Fernsprech-Kennsatz können $2^{12} = 4096$ Sprechkreise unterschieden werden. Da der SLS-Code Bestandteil des CIC ist, nehmen alle MSU, die zum gleichen Sprechkreis gehören, den gleichen Weg durch das Zeichengabenetz (vorausgesetzt, es treten keine Störungen im Zeichengabenetz auf).

Die Überlaststeuerung kontrolliert den Zeichengabeverkehr auf den angeschlossenen Zeichengabeleitungen und reguliert ihn falls notwendig durch Abwurf von MSU nach einer von den Nutzerteilen festgelegten Prioritätsordnung.

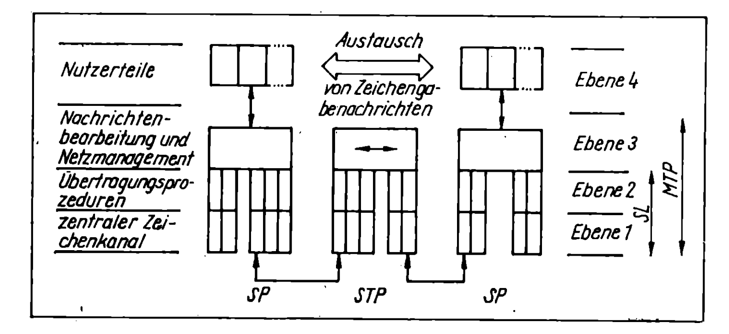



**Bild 1.** Struktur des Zeichengabesystems Nr. 7
SP Zeichengabepunkt (signalling point); STP Zeichengabetransferpunkt (signalling transfer point); SL Zeichengabeleitung (signalling link); MTP Nachrichtenübertragungsteil

**Bild 2.** Die Ebene-3-Funktionen

(Bildergänzungen: Steuerflußpfeil von unten in Zeichengabeverkehrsverwaltung; Steuerflußpfeile — rechte Seite der Zeichengabeleitungsverwaltung v. o. n. u. — Ausgang, 2 × Eingang, 2 × Ausgang, obere Seite — Eingang)

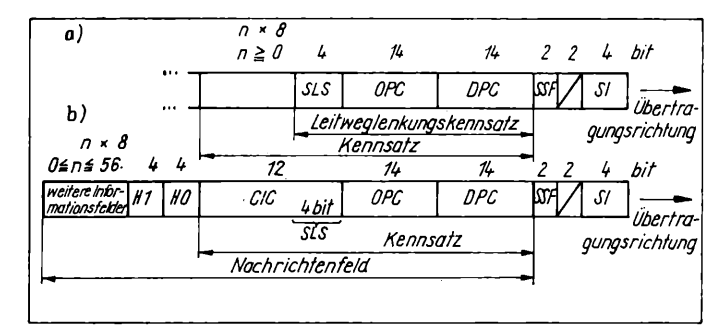
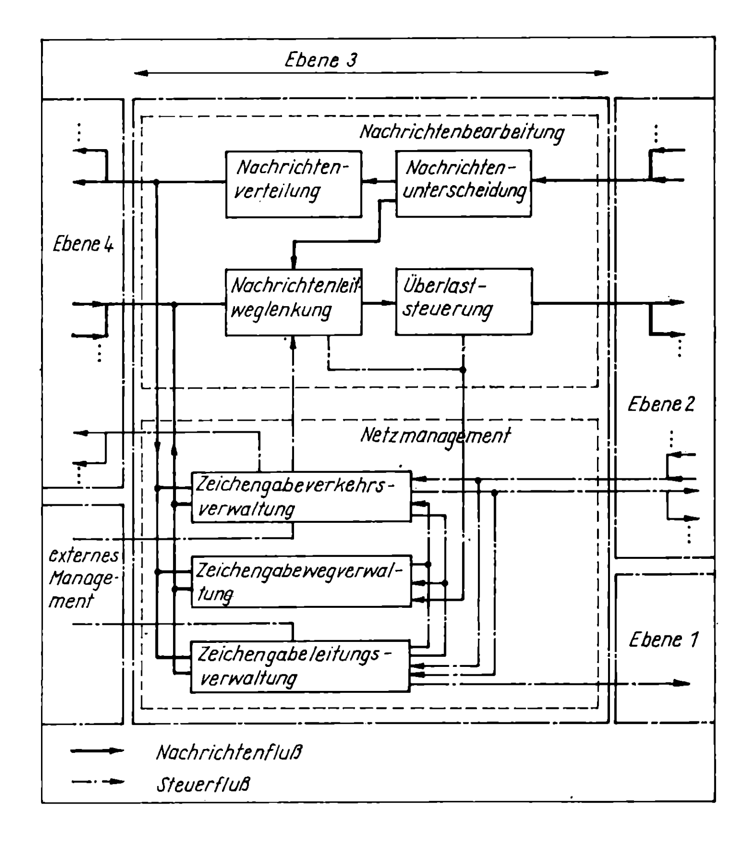



**Bild 3.** Kennsatzformat
a) allgemein für Zeichengabenachrichteneinheiten
b) für Fernsprechzeicheneinheiten

SI Dienstindikator (service indicator); SSF Nationalindikator (sub service field); DPC Zielzeichengabepunktcode (destination point code); OPC Ursprungszeichengabepunktcode (origination point code); SLS Auswahl der Zeichengabeleitung (signalling link selection); CIC Sprechkreisadresse (circuit identification code); H 0 Kennzeichen für Zeichengabenachrichtengruppe; H 1 Kennzeichen für Zeichengabenachrichtentyp




## 3. Das Netzmanagement

Das Netzmanagement organisiert die betriebs- und sicherheitstechnische Gesamtsteuerung im Zeichengabenetz. Bei auftretenden Störungen (z. B. Ausfall einer Zeichengabeleitung, Ausfall einer Ebene-2-Baugruppe, Verkehrsstau) oder betriebstechnischen Veränderungen (z. B. Blockieren einer Zeichengabeleitung durch ein externes Managementsystem) gewährleistet das Netzmanagement die schnelle, korrekte Weiterarbeit der Nachrichtenbearbeitung mit einer neuen, der Situation angepaßten Leitweglenkung.
Für die Realisierung der komplexen Aufgaben des Netzmanagements erfolgt mit benachbarten SP oder STP ein Nachrichtenaustausch über speziell dafür definierte Netzmanagement-MSU, die wie gewöhnliche MSU von der Nachrichtenbearbeitung behandelt werden. Das Netzmanagement ist demnach ein spezieller Nutzerteil im ZGS Nr. 7. Die Netzmanagement-MSU haben für die Überlaststeuerung die höchste Priorität.
Ergänzt werden die Informationen von benachbarten SP oder STP, die über den Nachrichtenfluß zum Netzmanagement gelangen, durch den Informationsaustausch mit den an die Ebene 3 angeschlossenen Ebene-2-Baugruppen (Steuerfluß) über deren Zustand und den der angeschlossenen Zeichengabeleitungen.
In Tafel 1 sind die Basisprozeduren des Netzmanagements zusammengefaßt. Sie werden durch das Zusammenwirken der Zeichengabeverkehrsverwaltung, der Zeichengabeleitungsverwaltung und der Zeichengabewegverwaltung realisiert. Dabei nutzen sie die in den Lenkungstabellen jeweils für jede Zeichengabeleitung und für jedes Leitungsbündel eventuell zur Verfügung stehende(n) alternative(n) Zeichengabeleitung(en) oder Leitungsbündel, denen für die Nutzung eine feste Prioritätsordnung zugrunde liegt. Jeweils die Zeichengabeleitung oder das Leitungsbündel mit der höchsten Priorität wird, sofern verfügbar, für den Zeichengabeverkehr genutzt.

## 4. Umschaltung und Rückschaltung

Die Basisprozedur Umschaltung verfolgt das Ziel, den Zeichengabeverkehr einer gestörten oder ausgefallenen Zeichengabeleitung so schnell wie möglich und unter Vermeidung von Nachrichtenverlusten, Dopplungen oder Fehlfolgen auf eine alternative, verfügbare Zeichengabeleitung umzuleiten. Dabei laufen folgende Aktionen ab:

- durch eine Mitteilung an die entsprechende Ebene 2 wird der Zeichengabeverkehr auf der fehlerhaften Leitung unterbrochen
- MSU aus den Nutzerteilen, die auf der fehlerhaften Leitung in Zielrichtung übertragen werden sollen, verbleiben zunächst in der Ebene 3 in einem Zwischenspeicher
- von der Ebene 2 der fehlerhaften Leitung wird die Rückwärtsfolgenummer (von der Ebene 2 generierter Begleitcode der Zeicheneinheiten zur Kontrolle der Reihenfolge und Richtigkeit der übertragenen Zeicheneinheiten) der letzten richtig empfangenen MSU von der Gegenstelle angefordert

**Tafel 1.** Basisprozeduren des Netzmanagements

| |
|---|
| Umschaltung — changeover<br>(Q.704, Abschn. 5, [1])<br>reagiert auf Störung oder Ausfall einer arbeitenden Zeichengabeleitung mit der Umschaltung des betroffenen Zeichengabeverkehrs auf alternative Zeichengabeleitung |
| Rückschaltung — changeback<br>(Q.704, Abschn. 6, [1])<br>wird die Störung oder der Ausfall einer Zeichengabeleitung behoben, wird der umgeschaltete Zeichengabeverkehr auf die wieder benutzbare Zeichengabeleitung zurückgeschaltet |
| Beschleunigte Umordnung — forced rerouting<br>(Q.704, Abschn. 7, [1])<br>bei Störungen auf dem Zeichengabeleitweg (z. B. STP-Ausfall) wird der betroffene Zeichengabeverkehr über einen anderen, alternativen Zeichengabeleitweg in Zielrichtung ausgesendet |
| Gesteuerte Umordnung — controlled rerouting<br>(Q.704, Abschn. 8, [1])<br>wird die Störung auf dem Zeichengabeleitweg behoben, werden die Aktionen der beschleunigten Umordnung für den betroffenen Zeichengabeverkehr rückgängig gemacht |
| Zeichengabeverkehrsfluß-Steuerung — signalling traffic flow control<br>(Q.704, Abschn. 10, [1])<br>bei Überlastungen einzelner Zeichengabeleitungen wird das Verkehrsaufkommen aus den Nutzerteilen für die betroffenen Zeichengabeleitungen zeitweilig gestoppt |

• nach Eintreffen der angeforderten Rückwärtsfolgenummer wird aus den Lenkungstabellen die alternative Leitung für die fehlerhafte Leitung ermittelt
• die MSU aus dem Sendespeicher der fehlerhaften Leitung, die von der Gegenstelle nicht mehr richtig empfangen wurden, werden in den Sendespeicher der alternativen Leitung umgelagert
• die Ebene 2 der alternativen Leitung wird zum Aussenden der MSU aus dem Sendespeicher aufgefordert
• die angesammelten MSU aus dem Zwischenspeicher werden dem Sendespeicher der alternativen Leitung übergeben
• die Lenkungstabellen der Nachrichtenleitweglenkung werden mit den Daten der alternativen Leitung aktualisiert
• die Wiederherstellung der Funktion der momentan fehlerhaften Leitung wird eingeleitet und die Umschaltungsprozedur damit abgeschlossen
• kommt von der fehlerhaften Leitung eine „in Betrieb-Meldung", beginnt die Rückschaltungsprozedur des Zeichengabeverkehrs von der alternativen Leitung auf die wieder verfügbare Leitung mit der höheren Übertragungspriorität.

### 5. Ausblick

Die Basisprozeduren Umschaltung und Rückschaltung bilden den Kern des Netzmanagements, und zusammen mit der Nachrichtenbearbeitung bestimmen sie die wesentlichen Aufgaben der Ebene 3. Im Hinblick einer Implementierung des ZGS Nr. 7 in neue Vermittlungssysteme und die Ableitung von nationalen Erfordernissen bezüglich der Netzgestaltung und der geeigneten Realisierung einer Ebene-3-Baugruppe sollte ihnen besonderes Interesse zukommen. Eine mögliche Realisierungsvariante für die wesentlichen Ebene-3-Funktionen auf der Basis des Microrechnersystems K 1520 wird gegenwärtig untersucht.

NaA 9892

### Literatur


[1] CCITT: Recommendation Q.701 bis Q.707: Signalling System Nr. 7 — Message Transfer Part. Red Book, Vol. VI. 7 Genf: ITU 1985
[2] CCITT: Recommendation Q.761—Q.764: Integrated Services Digital Network User Part (ISDN-UP). Red Book, Vol. VI. 8 Genf: ITU 1985
[3] CCITT: Recommendation Q.711—Q.714: Signalling Connection Control Part (SCCP). Red. Book, Vol. VI. 7 Genf: ITU 1985
[4] *Bremer, R.:* ISDN-Benutzerteil des Zeichengabesystems CCITT Nr. 7, Nachrichtech., Elektron., 37 (1987) 10, S. 376—377
[5] CCITT: Recommendation Q.708: Numbering of international signalling point code. Red Book, Vol. VI. 7 Genf: ITU 1985



Dipl.-Ing. *Karen Römpler*, Technische Hochschule Ilmenau, Sektion Informationstechnik und theoretische Elektrotechnik, PSF 327, Ilmenau, 6300


# ISDN-Benutzerteil des Zeichengabesystems CCITT Nr. 7


**R. Bremer, Ilmenau**

Mitteilung aus der Technischen Hochschule Ilmenau, Sektion Informationstechnik und Theoretische Elektrotechnik


Das vom CCITT spezifizierte Zeichengabesystem Nr. 7 (ZGS Nr. 7) ermöglicht die Steuerung von leitungsvermittelten Fernsprech- oder Datenverbindungen sowie von leitungsvermittelten Nutzverbindungen in einem diensteintegrierenden digitalen Nachrichtennetz (ISDN) nach dem Verfahren der zentralen Zeichengabe. In Anlehnung an das OSI-Referenzmodell ist das ZGS Nr. 7 in vier Protokollebenen gegliedert. Die Ebenen 1 bis 3 bilden den für Fernsprech-, Daten- und ISDN-Anwendungen einheitlichen Nachrichtenübertragungsteil (MTP). Fernsprech-, Daten- und ISDN-Benutzerteil sind Bestandteile der Ebene 4. In diesem Beitrag soll auf Besonderheiten des Zeichengabeprotokolls des ISDN-Benutzerteils (ISDN-UP) eingegangen werden.

### 1. Besonderheiten der Zeichengabe zwischen ISDN-Vermittlungsstellen

Die für ein ISDN charakteristische multivalente Nutzung einer durchgeschalteten digitalen Nutzverbindung für Sprach- und Nichtsprach-Anwendungen setzt voraus, daß sich zwei an dieser Nutzverbindung beteiligte Endgeräte

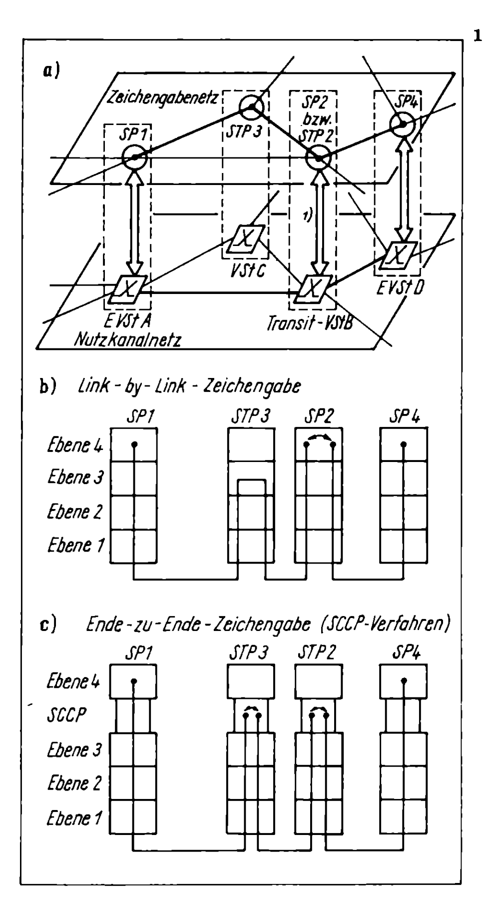
• über ihre Fähigkeiten bezüglich der Bereitstellung unterschiedlicher Dienste (z. B. Sprach- und Datenkommunikation)

• über einen Dienstwechsel während der Verbindung (z. B. Wechsel von Sprach- auf Datenkommunikation)

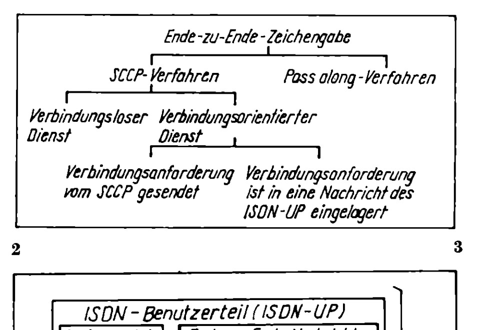
verständigen. Dazu erfolgt ein Austausch von Zeichengabeinformationen zwischen den beiden ISDN-UP in den Endvermittlungsstellen der ISDN-Nutzverbindung (ISDN-EVSt). Entsprechende Zeichengabenachrichten sind in [1] Empfehlungen Q. 762 und Q. 763 definiert. In den an der ISDN-Nutzverbindung beteiligten Transit-Vermittlungsstellen (Transit-VSt) werden diese Zeichengabenachrichten nicht ausgewertet. Die gesamte durchgeschaltete Nutzverbindung wird vom ISDN-UP in den beiden EVSt gesteuert. Es wird eine Ende-zu-Ende-Zeichengabe realisiert. Dem gegenüber steht die Link-by-Link-Zeichengabe bei der Steuerung leitungsvermittelter Fernsprech- oder Datenübertragungsdienste unter Anwendung des ZGS Nr. 7. Hier erfolgt der Austausch von Zeichengabeinformationen jeweils zwischen den beiden Fernsprech- bzw. Datenbenutzerteilen in den VSt, die durch einen Abschnitt der zu steuernden Nutzverbindung direkt miteinander verbunden sind. Bild 1 soll diese Verhältnisse verdeutlichen.
Die im Bild 1a dargestellte Nutzverbindung soll von der EVSt A über die Transit-VSt B zur EVSt D verlaufen. VSt C ist nicht an dieser Nutzverbindung beteiligt. Die Zeichengabeverbindung zwischen den beiden EVSt verlaufe über die Zeichengabepunkte 2 und 3. Zeichengabepunkt ist die allgemeine Bezeichnung für einen Knoten des Zeichengabenetzes.
Im Hinblick auf die realisierten Zeichengabefunktionen werden Zeichengabepunkte (signalling point SP) und Zeichengabetransferpunkte (signalling transfer point STP) unterschieden ([2] Heft 315a, S. 17). In einem SP werden empfangene Zeichengabeinformationen durch die Ebene 4 ausgewertet und Wechselwirkungen zwischen Zeichengabe- und Nutzkanalnetz realisiert. In einem STP werden lediglich die Funktionen des MTP aktiviert. Die in den Bildern 1b und 1c enthaltene Gegenüberstellung der in den einzelnen Zeichengabepunkten berührten Protokollebenen zeigt den Vorteil der Ende-zu-Ende-Zeichengabe: Die Funktionen der Ebene 4 werden nicht durch den erhöhten Zeichengabeverkehr im Zusammenhang mit ISDN-typischen Diensten belastet. Das SCCP-Verfahren, auf das sich Bild 1c bezieht, wird im Abschnitt 2 erläutert. Der Auf- und Abbau von ISDN-Nutzverbindungen wird mit der Link-by-Link-Zeichengabe gesteuert.

### 2. Verfahren der Ende-zu-Ende-Zeichengabe

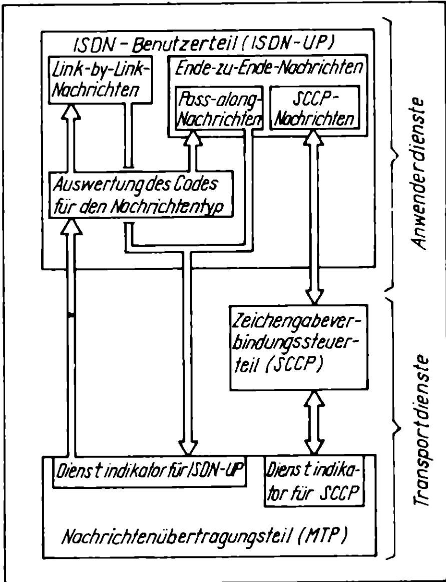
Damit in einer EVSt die Beziehung zwischen einer empfangenen Ende-zu-Ende-Zeichengabenachricht und dem Nutzkanal, auf den sie sich bezieht, hergestellt werden kann, ist eine Erweiterung der Funktionen des MTP erforderlich. Diese Funktionserweiterung kann entweder durch einen speziellen Zeichengabeverbindungssteuerteil (SCCP) oder durch Funktionen des ISDN-UP realisiert werden. Die letztgenannte Möglichkeit wird als Pass-along-Verfahren bezeichnet. Die Koexistenz des SCCP-Verfahrens und des Pass-along-Verfahrens in einem Zeichengabenetz ist möglich ([1] Q. 764, Abschn. 3.1). Nach [1] Q. 764 sind die Verfahren der Ende-zu-Ende-Zeichengabe entsprechend Bild 2 untergliedert. Beim SCCP-Verfahren nutzt der ISDN-UP die Dienste des SCCP und des MTP. Die Funktionen des SCCP ermöglichen die Ende-zu-Ende-Übertragung von Zeichen-




1




2




3

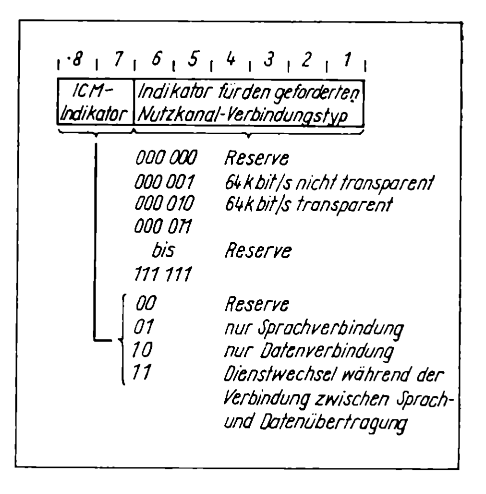



**Bild 4.** Parameterfeld der Indikatoren für den geforderten Nutzkanal-Verbindungstyp

**Bild 5.** Parameterfeld der Indikatoren für die Rufmodifizierung

| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | G | F | E | D | C | B | A |

Bit BA
00 Reserve
01 Dienstwechsel von Sprache auf Daten
10 Dienstwechsel von Daten auf Sprache
11 Reserve
Bit H bis C Reserve

**Bild 1.** Gegenüberstellung der Link-by-Link- und der Ende-zu-Ende-Zeichengabe

1) Wechselwirkungen zwischen Zeichengabe- und Nutzkanalnetz nur bei Link-by-Link-Zeichengabe

**Bild 2.** Verfahren der Ende-zu-Ende-Zeichengabe

**Bild 3.** Transport- und Anwenderdienste bei ISDN-Zeichengabe

gabenachrichten zwischen zwei SP unabhängig davon, ob zwischen den VSt, denen diese beiden SP zugeordnet sind, eine Nutzverbindung durchgeschaltet ist oder nicht ([1] Q. 764, Abschn. 3.1.). In jedem an einer Zeichengabeverbindung nach dem SCCP-Verfahren beteiligten Zeichengabepunkt muß ein SCCP implementiert sein. Der SCCP ist in [1] Empfehlungen Q. 711 bis Q. 714 spezifiziert.

Der verbindungslose Dienst ist ein Datagrammdienst. Für den verbindungsorientierten Dienst wird eine virtuelle Verbindung durch das Zeichengabenetz aufgebaut. Damit ist für alle Zeichengabenachrichten, die mit einem bestimmten Kopfcode versehen sind, der Leitweg durch das Zeichengabenetz hindurch festgelegt. Der Aufbau dieser virtuellen Verbindung wird durch eine Verbindungsanforderung eingeleitet.

Die auszusendenden Zeichengabenachrichten werden vom ISDN-UP an den SCCP übergeben (siehe Bild 3). Der SCCP sichert die Formatierung der Nachrichtenzeicheneinheiten, ihre Übertragung zum empfangenen ISDN-UP und die dort erfolgende Übergabe der Daten.

Die Prozeduren des Pass-along-Verfahrens werden durch Funktionen des ISDN-UP und des MTP realisiert. Die Pass-along-Zeichengabe zwischen zwei ISDN-EVSt setzt die Existenz einer leitungsvermittelten Verbindung zwischen diesen beiden ISDN-EVSt voraus. Die Ende-zu-Ende-Zeichengabeinformationen des ISDN-UP werden entlang desselben Zeichengabewegs übertragen, der für die Zeichengabe bei der Steuerung des Aufbaus der leitungsvermittelten Verbindung benutzt wurde ([1] Q. 762, Abschn. 1.2.6.). Der Inhalt der Pass-along-Zeichengabenachrichten wird vom ISDN-UP in den Transit-VSt weder ausgewertet noch verändert. Hier erfolgt lediglich die Weiterleitung der empfangenen Zeichengabenachrichten auf den weiterführenden abgehenden Abschnitt der Pass-along-Zeichengabeverbindung. Pass-along-Nachrichten sind durch den Code für den Nachrichtentyp (message type code — MTC) als solche gekennzeichnet ([1] Q. 763, Abschn. 2.1.).

Die Erweiterung der MTP-Funktionen durch Funktionen des SCCP bzw. des ISDN-UP hat keinen Einfluß auf die Zeichengabeprotokolle des Fernsprech- bzw. Datenbenutzerteils. Die Übergabe von Zeichengabenachrichten von der Ebene 3 an den ISDN-UP bei der Link-by-Link- und der Pass-along-Zeichengabe bzw. an den SCCP wird durch die Nachrichtenverteilungsfunktion der Ebene 3 anhand des Dienstindikators (service indicator SI) realisiert ([2] Heft 315 b, S. 106 und 112; [3]). Bild 3 zeigt die Transport- und Anwenderdienste bei ISDN-Zeichengabe.

### 3. Dienstwechsel während der Verbindung

Der ISDN-UP stellt das ISDN-typische Leistungsmerkmal „Dienstwechsel während der Verbindung" bereit. Die in den Empfehlungen des CCITT für den ISDN-UP standardisierten Nutzkanal-Verbindungstypen sind 64 kbit/s-transparent und 64 kbit/s-nichttransparent. Der letztere wird für die Sprachübertragung genutzt. Dabei kann die Verbindung Einrichtungen zur Bitmanipulation wie z. B. Echosperren enthalten. Der Verbindungstyp 64 kbit/s-transparent kann zur Unterstützung einer der in Empfehlung X. 1 definierten Standard-Benutzerklassen verwendet werden ([1] Q. 761, Abschn. 2.1.).

Die Anforderung für einen Dienstwechsel während der Verbindung wird beim Aufbau einer ISDN-Nutzverbindung gemeinsam mit der Adresse des gerufenen Teilnehmers von der rufenden zur gerufenen ISDN-EVSt übertragen. Sie ist im ICM-Indikator (in call modification indicator) enthalten und wird in jeder an der Verbindung beteiligten ISDN-VSt ausgewertet. Der ICM-Indikator wird gemeinsam mit den Indikatoren für den geforderten Nutzkanal-Verbindungstyp (transmission medium requirements indicators) übertragen. Bild 4 zeigt Format und Codierung dieses Zeichenparameters ([1] Q. 763, Abschn. 3.32.). Nutz- und Zeichengabeverbindung werden entsprechend dem im ICM-Indikator geforderten Dienst aufgebaut.

Bei einem Dienstwechsel muß die Nutzverbindung dem modifizierten Ruf angepaßt werden. Die ISDN-EVSt, von der aus der Dienstwechsel angefordert wird, sendet eine CMR-Nachricht (call modification request message) aus. Die CMR-Nachricht enthält das im Bild 5 dargestellte Parameterfeld der Indikatoren für die Rufmodifizierung ([1] Q. 63, Abschn. 3.4.).

*Fortsetzung auf Seite 378*

# Synchronisation digitaler Nachrichtennetze

**R. Sporbert; A. Schulze, KDT, Mittweida**

Mitteilung aus der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik

## 1. Aufgaben bei der Synchronisation digitaler Netze

Die Realisierung eines diensteintegrierten digitalen Netzes (ISDN) erfordert die Lösung einer großen Anzahl Synchronisationsaufgaben. Die Hauptaufgaben bestehen dabei in der Synchronisation der Teilnehmerbereiche, der Synchronisation des Gesamtnetzes sowie — im internationalen Verkehr — der Netze der zusammenarbeitenden nationalen Abschnitte. Aspekte der Synchronisation des Gesamtnetzes sowie des Teilnehmerbereichs eines nationalen Netzes werden nachfolgend betrachtet.
Im Netzbereich sind die Synchronisationsaufgaben nur im Zusammenhang mit der Netzgestaltung und Hierarchiestruktur zu betrachten. Die Netztopologie ist für die Wahl des Synchronisationsverfahrens mit ausschlaggebend und damit auch für die erreichbaren Genauigkeiten in bezug auf Bitfehler und Übertragungsverluste auf nationalen und internationalen Verbindungen. Neben der geforderten Zuverlässigkeit und der zugelassenen Störanfälligkeit des Netzes ist auch die gewählte Einführungsstrategie des Digitalnetzes ein Kriterium für die Auswahl des Synchronisationsverfahrens. Grundsätzlich besteht die Aufgabe, alle Netzknoten mit einem stabilen Takt, der eine Zusammenarbeit aller Komponenten einer digitalen Verbindung gewährleistet, zu versorgen.
Die Bedeutung des Teilnehmerbereichs für ein Digitalnetz zeigt der breite Raum, den dieser Bereich in den CCITT-Empfehlungen für ein ISDN einnimmt (Tafel 1). Im Teilnehmeranschlußbereich treten im wesentlichen drei Synchronisationsaufgaben auf. Die erste ist die Gewinnung des Bittaktes aus dem von der Vermittlungsstelle ankommenden Datenstrom, um durch diesen Referenztakt die Netzabschlußeinrichtungen beim Teilnehmer sowie die Endgerätesteuerungen auf die Vermittlungsstelle zu synchronisieren.
Ist die Regenerierung und Synchronisation des Bittaktes erfolgt, ist die zweite Aufgabe, aus dem von der Vermittlungsstelle ankommenden Datenstrom die Rahmenstruktur, d.h. die Lage und den Anfang der Rahmen, zu erkennen, um eine kanal- und weiterhin endgerätegerechte Aufteilung des Bitstroms vornehmen zu können. Als dritte Synchronisationsaufgabe kann man die Rahmenerkennung der Signalisierungs-Übertragungsprotokolle in der D-Kanal-Zugriffssteuerung nennen. Hier wird der erforderliche Bittakt, wie oben angegeben, durch Funktionen der Ebene 1 des OSI-Modells bereitgestellt, und durch Funktionen der Ebene 2 wird eine Zeichenerkennung durchgeführt. Die hierzu übertragenen Anfangs- und Endflags sind zu identifizieren, und damit ist die Lage der Informationsblöcke (Adreßfeld, Steuerfeld, Nutzerdaten, Prüfbitfolge) eindeutig festgelegt [1]. Diese Synchronisationsaufgabe kann mit Softwaremitteln in der entsprechenden Funktionseinheit gelöst werden.

**Tafel 1.** Zusammenstellung der für die Synchronisation relevanten CCITT-Empfehlungen [3]

| Geltungsbereich | Empfehlungs-Nr. | Festlegungen |
|---|---|---|
| Allgemeine Beschreibung eines ISDN | I. 120 | Definitionen<br>Einführung des Netzes |
| | I. 310 | Referenzpunkte |
| | I. 320 | Protokollreferenzmodell (Schichtenmodell) |
| Benutzer-Netz-Schnittstelle | I. 411 | Referenzkonfigurationen |
| | I. 412 | Kanalarten<br>Schnittstellenstrukturen |
| | I. 430 | Ebene 1, Spezifikation $S_0$-Schnittstelle<br>funktionelle Kennwerte<br>Leitungscode<br>Taktrückgewinnung<br>Schnittstellenprozeduren (Rahmensynchronisationsprozeduren)<br>elektrische Kennwerte (Bitrate, Jitter) |
| | I. 431 | Ebene 1, Spezifikation $S_{2M}$-Schnittstelle (Inhalt wie I. 430) |
| | I. 441 (id. Q921) | Ebene 2, Spezifikation |
| | I. 451 (id. Q931) | Ebene 3, Spezifikation |
| Digitalvermittlungsstellen | Q.502 u. Q.503 | Transitvermittlungsstelle (Schnittstellen zu Verbindungsleitungen; Verbindung durch die Vermittlungsstelle) |
| | Q.512 u. Q.513 | Ortsvermittlungsstelle (Schnittstellen zu Verbindungsleitungen und Teilnehmeranschlußleitungen; Verbindung durch die Vermittlungsstelle) |
| Aspekte des Digitalnetzes | G.703 | Schnittstelle für internationale digitale Verbindungen<br>64-kbit/s-Schnittstelle<br>(Arten: codirektional; kontradirektional; mit zentralem Grundtaktgenerator)<br>Schnittstellen bis 139 264 kbit/s |
| | G.734 | Kanäle, die Vermittlungsstellen verbinden<br>Taktgabe, Rahmenstruktur und -synchr.-Verfahren |
| Übertragungsgüte im digitalen Netz | G.811 | Funktionsgüte der Grundtaktgeneratoren für plesiochronen Betrieb von internationalen digitalen Verbindungen |
| | G.812 | Fehlerrate auf einer digitalen internationalen Verbindung |
| | G.822 | Slip-Rate auf digitalen internationalen Verbindungen |
| | G.823 | Phasenjitter und -wandern an Schnittstellen im Netz |

Eine ausführlichere Übersicht über CCITT- und andere Empfehlungen, die das ISDN betreffen, enthält [2].

## 2. Aspekte der Netzsynchronisation

Digitale Netze lassen sich in Netze mit einheitlicher Taktfrequenz in allen Netzknoten (synchrone Netze) und Netze mit unterschiedlichen Taktfrequenzen in den Netzknoten (asynchrone Netze) einteilen. Dementsprechend unterscheidet man in Hinsicht auf die Synchronisation solcher Netze zwischen dem Taktkopplungs- und dem Taktanpassungsverfahren. In allen Verfahren ist es üblich, daß alle Knoten eigene Taktgeneratoren haben (Bild 1).

### 2.1. *Taktkopplungsverfahren*

Bei den Taktkopplungsverfahren sind alle Bittaktgeneratoren über Phasenregelschaltungen miteinander verbunden und stellen sich auf eine einheitliche Bittakt- und Rahmentaktfrequenz ein. Alle ankommenden Bitströme haben den gleichen Takt wie der Taktgenerator im eigenen Knoten. Bei den Taktkopplungsverfahren, die in synchronen Netzen verwendet werden, unterscheidet man,

---

*Fortsetzung von Seite 377*

Das Parameterfeld ist ebenfalls in der CMC-Nachricht (call modification completed message) und in der RCM-Nachricht (reject connect modify message) enthalten, die als Antwort auf eine CMR-Nachricht gesendet werden können ([1] Q.763, Abschn. 2.1., Tafel 19). Die CMC-Nachricht zeigt an, daß der geforderte Dienstwechsel abgeschlossen ist. Bei Zurückweisung des Dienstwechsels wird die RCM-Nachricht gesendet.
Mit dem ISDN-UP wird in der Ebene 4 des ZGS Nr. 7 anstelle der bisher getrennten Zeichengabeprozeduren für Sprach- und Datenkommunikation (Fernsprech- bzw. Datenbenutzerteil) ein diensteintegrierendes Zeichengabeprotokoll für die abwechselnde Sprach- und Datenübertragung über dieselbe digitale Nutzverbindung bereitgestellt.

NaA 9895

### Literatur

[1] Spezifications of signalling system Nr. 7. — CCITT Red Book, Volume VI, 1984
[2] Spezifikationen des Zeichengabesystems Nr. 7. In: Informationshefte des Instituts für Post- und Fernmeldewesen. Berlin, 1983, Heft 315a—e
[3] *Bocker, P.:* ISDN — Das diensteintegrierende digitale Nachrichtennetz: Konzept, Verfahren, Systeme. Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo: Springer Verlag, 1986, S. 154

Dipl.-Ing. *Rainer Bremer*, Technische Hochschule Ilmenau, Sektion Informationstechnik und Theoretische Elektrotechnik, PSF 327, Ilmenau, 6300

in engem Zusammenhang mit der vorhandenen Netzstruktur, zwei grundsätzliche Techniken, die zentralisierte und die dezentralisierte.
Zentralisierte Netze nutzen die gerichtete Synchronisation, auch Master-Slave-Synchronisation genannt. Dabei bestimmt ein zentraler Taktgenerator (Master) den Netztakt, der direkt oder indirekt (über andere Knoten unter Vermeidung von Schleifen) in alle anderen Knoten (Slave) gelangt (Bild 2). Alle Netztaktgeber werden somit auf den Netzmastertakt abgestimmt, der das Netzzeitmaß (Phase) und die Netzfrequenz diktiert. Diese Methode wird bei typischen Sternnetzen angewendet. Mehrere Master-Slave-Methoden und -Realisierungen wurden in [4] zusammengestellt. Die Steuerung eines solchen Netzes ist relativ einfach, und die Bündel zwischen den Vermittlungsstellen haben eine gute Auslastung. Nachteilig wirken sich im Nachbarschaftsverkehr die unnötig langen und damit teuren Verbindungswege aus. Weiterhin muß durch sorgfältige Netzplanung und Schaffung von primären und alternativen Taktwegen eine Sicherheit gegenüber der Desynchronisation ganzer Netzteile, bei Ausfall einzelner Taktgeber, geschaffen werden.
Dezentralisierte Netze nutzen das Prinzip der gegenseitigen Synchronisation, das vornehmlich in einem Maschennetz anwendbar ist (Bild 3). Dort entfallen die Probleme im Nachbarschaftsverkehr, aber es treten schlecht ausgelastete Bündel auf. Bei der gegenseitigen Synchronisation wird der Netztakt durch die Netzeigenfrequenz bestimmt, wobei alle Taktgeber gleich zur Bestimmung der Netzfrequenz und des Zeitmaßes (Phase) beitragen. Es werden hierzu eine Vielzahl von phasengesteuerten Oszillatoren zusammengeschaltet, die den Synchrontakt zu jedem Knoten liefern. Dabei treten in jedem Fall Taktübermittlungsschleifen auf. Prinzipien und Realisierungen für die gegenseitige Synchronisation sind in [4] angeführt. Im Gegensatz zum Master-Slave-System wirkt sich hier der Ausfall eines Taktgebers auf das Gesamtnetz weniger störend aus. Es entfallen alternative Taktwege und die sorgfältige Netzplanung; damit tritt eine einfachere Handhabung und Verbilligung ein. Die zusammengeschalteten Oszillatoren verhalten sich jedoch in einer komplexen Art, so daß die Untersuchung des Systems in bezug auf sein statisches und dynamisches Verhalten schwierig ist.
Eines der kritischen Probleme ist neben der Stabilität die Genauigkeit der Systemfrequenz, die zwar mit der Lage der Zusammenschaltung der Oszillatoren verbessert werden kann, aber im Grunde von der Genauigkeit der durchstimmbaren Oszillatoren in den phasengesteuerten Oszillatoren abhängt. Bei der Verwendung von Quarzoszillatoren für die durchstimmbaren Oszillatoren kann eine Genauigkeit in der Größe von $10^{-7}$ erreicht werden. Bei synchronisiertem Gesamtnetz ist dieser Wert akzeptabel, aber die Genauigkeitsanforderungen für die internationale plesiochrone Zusammenarbeit von Netzen, gegeben durch die CCITT-Empfehlung G.811, machen es schwierig, reine gegenseitig synchronisierte Landesnetze einzusetzen. Denkbar wäre hier der Einsatz eines Hybridnetzes, das die Vorteile beider Verfahren vereint. Die obere Ebene ist Master-Slave-synchronisiert, und die unteren Ebenen sind gegenseitig synchronisiert. Ein Beispiel dafür ist in [4] gegeben.

### 2.2. *Taktanpassungsverfahren*

Bei den Taktanpassungsverfahren befinden sich in jedem Knoten autonome, freischwingende Bittaktgeneratoren. Damit unterscheiden sich alle ankommenden Bitstromtakte voneinander und vom Netztakt des betrachteten Knotens. Der Phasengleichlauf mit dem Netzknotentakt wird durch Einfügen oder Weglassen von Bits, Zeichen oder ganzen Zeitmultiplexrahmen und durch Signalpufferung erzielt. Handelt es sich um Einfügen oder Weglassen von Stopfinformationen, so spricht man von Taktanpassungsverfahren ohne Verluste, handelt es sich um Nutzinformationen, so spricht man entsprechend von Taktanpassung mit Verlusten. Beim Einschalten des Netzes werden alle Takte so gesetzt, daß ihre Differenz untereinander Null ist. Durch die Unabhängigkeit der Taktgeber unterscheiden sich die Freilauffrequenzen geringfügig voneinander. Diese Differenz verursacht einen linear ansteigenden Taktfehler zwischen den Taktgebern der einzelnen Knoten. Auch andere Faktoren, wie Frequenzdrift und Phasenstörungen, führen zur Entstehung von Taktfehlern. Dieser Fehler kann auch den zulässigen Wert überschreiten.
An diesem Punkt sollte die Möglichkeit vorgesehen werden, das Netz in seiner Arbeit anzuhalten und die Taktgeber zurückzusetzen. Dabei ist die Länge der Zeitintervalle, nach denen ein Rücksetzen erfolgen muß, eine Funktion der Taktgebergenauigkeit und der tolerierbaren Taktdifferenz zwischen den Netzknoten. Der Vorteil eines solchen Netzes liegt darin, daß es bequem aufzubauen und robust gegenüber Fehlern ist, da das Fehlen eines einzelnen Takts die Leistungsfähigkeit aller anderen Taktgeber im Netz nicht beeinträchtigt. Auch das Problem der Netzstabilität besteht nicht, da die Taktgeber nicht miteinander gekoppelt sind. Hauptnachteile sind die hohen Anschaffungs- und Wartungskosten der sehr genauen Taktgeber sowie das Vorsehen der Möglichkeit des Rücksetzens der Taktgeber. In [4] sind eine Reihe von verschiedenen Taktanpassungsverfahren aufgeführt.

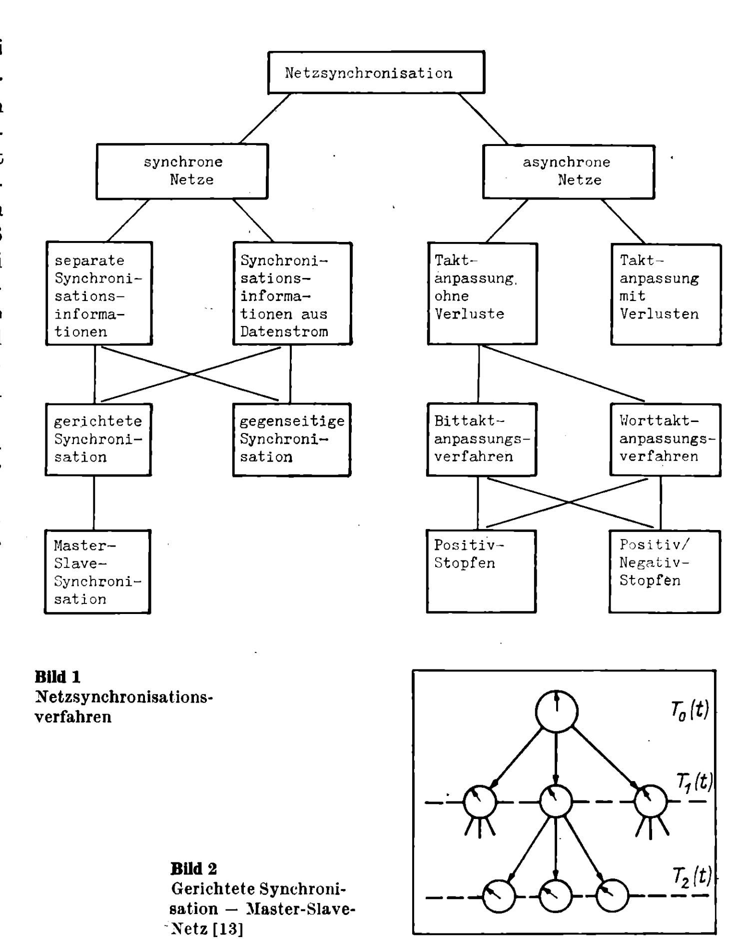



**Bild 1**
Netzsynchronisationsverfahren

**Bild 2**
Gerichtete Synchronisation — Master-Slave-Netz [13]

**Bild 3.** Gegenseitige Synchronisation-teilvermaschtes Netz (N-Knoten) [13] ▼

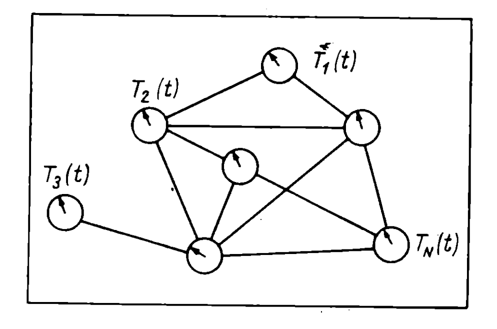
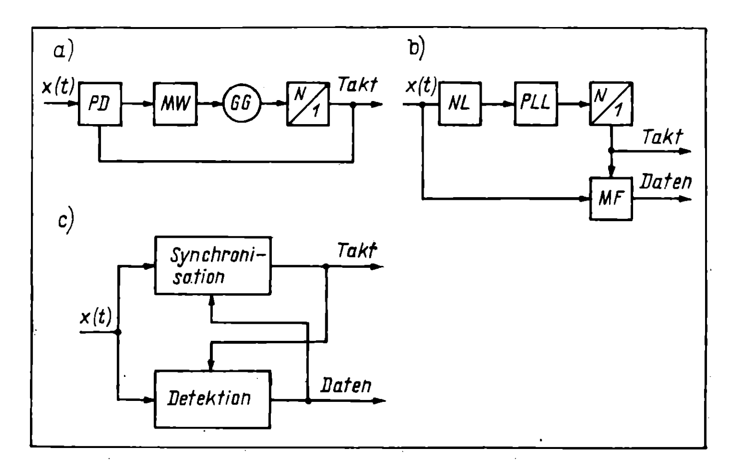



**Bild 4**
Mögliche Verfahren zur Bittaktgewinnung
a) Nulldurchgangsermittlung
PD Phasendetektor,
MW Mittelwertbildner, GG gesteuerter Generator
b) Bittaktgewinnung im Spektralbereich [12]
NL nichtlineares Element, PLL Phasenregelungssystem,
MF Matched-Filter
c) optimale Empfänger-Grundstruktur [10]



### 2.3. *Strategien zur Einführung eines Digitalnetzes*

Ausführliche Untersuchungen zu dieser Thematik sind in [5] [6] und [7] durchgeführt worden. Es existieren im Grunde drei Methoden: Die Digitalisierung von oben nach unten (von den Fernvermittlungsstellen zum Teilnehmerbereich), von unten nach oben (vom Teilnehmer- und Ortsvermittlungsbereich zu den Fernvermittlungsstellen) oder die Schaffung eines Overlaynetzes. Im Zusammenhang mit den Synchronisationsmethoden ist zu untersuchen, welche Methode für welche Strategie optimal ist, so daß alle Anforderungen an die Synchronität erfüllt werden und die Möglichkeit gegeben ist, bei weiterem Ausbau des Netzes die Synchronisationsmethode gegebenenfalls zu ändern oder das Netz bei Beibehaltung der Synchronisationsmethode problemlos zu erweitern.

## 3. Synchronisation im Teilnehmerbereich

Im Teilnehmerbereich besteht die Hauptaufgabe darin, die Taktfrequenz für die Teilnehmereinrichtungen aus dem ankommenden Datenstrom wiederzugewinnen und die Empfängereinrichtungen somit auf Frequenz und Phase des Ortsvermittlungsstellentaktes zu synchronisieren.

Die Wahl des Verfahrens zur Taktrückgewinnung hängt stark vom verwendeten Übertragungsverfahren auf der Teilnehmeranschlußleitung ab. Im wesentlichen beschränkt man sich bei Anwendungen für Digitalnetze auf zwei Verfahren: das Zeitgetrenntlageverfahren und das Gleichlageverfahren mit adaptiver Echokompensation [8] und [1]. Um eine Taktrückgewinnung zu erreichen, kann man im wesentlichen die in den Bildern 4a bis 4c dargestellten Verfahren anwenden.

### 3.1. *Nulldurchgangsauswertung*

Die Nulldurchgangsauswertung ist die technisch einfachste Lösung und beruht auf der Impulsflankensynchronisation. Das Eingangssignal wird in einem Phasenvergleicher mit dem lokal erzeugten Referenztakt verglichen. Das Ergebnis des Phasenvergleichs nimmt entweder direkt oder indirekt über einen Mittelwertbildner (Filter) Einfluß auf den Oszillator, der den lokalen Takt erzeugt. Das entspricht dem einfachsten Prinzip eines PLL (phase locked loop). Beispiele für die Anwendung dieses Verfahrens sind in [1] und [9] angegeben, wobei in [9] speziell Anwendungen für das Zeitgetrenntlageverfahren betrachtet werden. Dort wird die erste L/H-Flanke eines ankommenden Informationsbursts zur Synchronisation ausgenutzt und somit gleichzeitig die Rahmen- und Bitsynchronisation mit einer Schaltung realisiert. Für den gleichen Einsatzfall wurden in [9] auch Zählschaltungen und Schaltungen mit monostabilen Multivibratoren vorgeschlagen.

### 3.2. *Bildung eines Spektrallinienanteils*

Die Bildung eines Spektrallinienanteils beruht auf der aus den Daten abgeleiteten Bitsynchronisation. Dabei wird durch eine Nichtlinearität aus dem empfangenen Basisbanddatensignal ein Spektrallinienanteil gebildet, der mit der Bitrate zusammenhängt. Ein Beispiel für dieses Verfahren wurde in [12] vorgestellt. Der Nichtlinearität folgt eine digitale PLL, die diese Spektrallinie schmalbandig ausblendet.

Nach entsprechender Teilung erhält man einen Referenztakt, der im Beispiel sofort zur Steuerung des digitalen, abgestimmten Filters (digital matched filter) innerhalb des Datendetektors genutzt wird. Damit wird gleichzeitig eine Bitsynchronisation und Datendetektion erreicht.

### 3.3. *Bitsynchronisation mit Hilfe der Parameterschätzung*

In diesem Zusammenhang wurden in [4] die Maximum-Likelihood-Schätzung (ML) und die Maximum-a-posteriori-Wahrscheinlichkeitsschätzung (MAP) angeführt. Die ML-Schätzung geht davon aus, daß die zu schätzenden Parameter unbekannte, aber nicht zufällige Parameter sind. Die Annahme von zufälligen Parametern, die mit A-priori-Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen spezifiziert werden, führt auf den Entwurf eines MAP-Empfängers.

Der Vorteil der ML-Schätzmethode ist, daß zusätzlich zu den Schaltungs-Konfigurationen einfache, niedrige Grenzen des Jitterverhaltens entwickelt werden können. Dabei werden die Informationen über die Datenfolge zur Unterstützung des Taktrückgewinnungsprozesses genutzt. Die Erweiterung der Schätzmethode auf die Schätzung zweier Parameter führt zur Verbundparameterschätzung und zu interessanten praktischen Lösungen.

Eine Anwendung der Verbundparameterschätzung ist der Entwurf optimaler Empfänger unter Anwendung der Theorie der bedingten Markov-Prozesse. In [4] wird unter Anwendung dieser Theorie das Signal als informationstragende Nachricht mit Markov-Charakter aufgefaßt, das zusammen mit störendem Rauschen empfangen wird. Mit Hilfe eines Algorithmus für die Filterung zweier Parameter (Bitzustand und Anfangsphase) wird ein Empfänger erhalten, der die gleichzeitige Bitdetektion und -synchronisation realisiert. Das Besondere dieser Empfänger besteht darin, daß das Ergebnis der Synchronisation für die Signaldetektion benötigt wird und umgekehrt das erkannte Signal auf die Synchronisierschaltung einwirkt. Weitere Untersuchungen zum kohärenten Signalempfang sind u. a. in [10] angegeben.

## 4. Zusammenfassung

Das CCITT hat für das ISDN kein Taktrückgewinnungsverfahren festgelegt. Es bleibt damit den technischen und ökonomischen Überlegungen der Systemanbieter überlassen, welches Verfahren sie einsetzen. Die $U_{KO}$-Schnittstelle (Schnittstelle zwischen Teilnehmeranschlußleitung und Netzabschlußgerät) fehlt in den Empfehlungen des CCITT bisher völlig, so daß auch die Rahmenstruktur und -synchronisation an dieser Stelle und das zu verwendende Übertragungsverfahren auf der Teilnehmeranschlußleitung nicht standardisiert sind. In [11] wird für die Rahmensynchronisation an der U-Schnittstelle ein 11stelliges Barker-Synchronwort mit den Daten auf der Teilnehmeranschlußleitung übertragen. Die Stellung des Wortes, das den Rahmenbezug herstellt, wird mit Hilfe eines Korrelationsempfängers ermittelt. In [4] sind zwei Beispiele für die Realisierung eines U-Schnittstellenbausteins angegeben, die in ISDN-fähigen Systemen eingesetzt werden. In beiden Fällen wird das Gleichlageverfahren mit Echokompensation als Übertragungsverfahren angewendet.

An der $S_0$-Schnittstelle ist demgegenüber eine Bit-, Rahmen- und Oktettsynchronisationsfunktion festgelegt worden, um die Zusammenarbeit von Netzabschlußeinheit und Endgerät zu gewährleisten. Nach CCITT-Empfehlung I.430 stellt die Bittaktfunktion hier einen Takt von 192 kbit/s bereit, um dem TE (terminal equipment) und dem NT (network termination) die Rückgewinnung der Informationen aus dem einlaufenden Bitstrom zu ermöglichen. Die Oktett-Taktfunktion liefert dem TE und NT einen 8-kHz-Worttakt. Durch die Auswertung einer Verletzung der Codierungsregel wird der Bezug zum Rahmenanfang hergestellt. Der Aufbau eines Informationsrahmens ist ebenfalls in I.430 angegeben.

Bei der Auswahl der Synchronisationsmethode für das gesamte ISDN sind sämtliche Anforderungen und Bedingungen für das Netz, die Netzstruktur und damit verbunden die Einführungsstrategie zu berücksichtigen. Entsprechend den Genauigkeitsanforderungen (Tafel 1) ist die Möglichkeit einer durchgehenden internationalen Digitalverbindung sicherzustellen.

NaA 9828

## Literatur


[1] *Hübner, U.:* Geräte- und Programmtechnik für diensteintegrierte digitale Kommunikationssysteme. Diss. B, TU Karl-Marx-Stadt 1984

[2] *Bocker, P.:* ISDN – Das diensteintegrierende digitale Nachrichtennetz. Berlin: Springer-Verlag 1986

[3] CCITT: Recommendation: Serien G, J, Q. Red Book Vol. III. 3; III. 5; VI. 5 Genf: ITU 1985

[4] *Schulze, A.:* Untersuchungen zur Synchronisation digitaler Netze. Diplomarbeit, IH Mittweida, 1986

[5] *Kleinau, K.-H.; Reißner, G.; Stürz, H.:* Digitalisierungsstrategien – Einsatz digitaler Vermittlungssysteme. Nachrichtentech., Elektron. 36 (1986) 10, S. 363–365

[6] *Kleinau, K.-H.; Köhler, B.:* Das digitale Fernsprechnetz und seine Probleme. Fernmeldetechnik 21 (1981) 3, S. 87–90

[7] *Kleinau, K.-H.; Kanschik, J.:* Technische und ökonomische Untersuchungsergebnisse zur Entwicklung eines ISDN. Wiss. Z. der HfV Dresden, (1983) 6, Sonderheft, S. 18–35

[8] *Voigt, E.:* Untersuchungen zu Richtungstrennungsverfahren – ein Beitrag zur digitalen Informationsübertragung im Teilnehmeranschlußbereich. Diss. A, IH Mittweida, 1986 (unveröffentlicht)

[9] *Kapelle, O.:* Verfahren zur Taktregenerierung auf Teilnehmeranschlußleitungen. Diplomarbeit, IH Mittweida, 1986

[10] *Sporbert, R.:* Synthese diskreter Algorithmen zum kohärenten Signalempfang. Nachrichtentech., Elektron. 36 (1986) 12, S. 466–468

[11] *Kahl, P.:* ISDN – Das zukünftige Fernmeldenetz der Deutschen Bundespost. Heidelberg: R. v. Decker's-Verlag, G. Schenck, 1985

[12] *Moghazy, A.; Maral, G.; Blanchard, A.:* Digital PCM Bit Synchronizer and Detector. IEEE Trans. on Com., COM – 28 (1980) 8, S. 1197–1204

[13] *Lindsey, W. C.; Ghazvinian, F.; Hagmann, W. C.; Dessonky, K.:* Network Synchronisation. Proc. of the IEEE, 73 (1985) 10, S. 1445–1467


Dr.-Ing. *Reinhard Sporbert;* Dipl.-Ing. *Andreas Schulze,* Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik, Platz der DSF 17, Mittweida, 9250

# Digitale Entfernungsmessung auf Lichtwellenleitern

**R. Hoffmann; H. Döring, KDT; E. Grimm, KDT, Mittweida**

Mitteilung aus der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationstechnik

Bei der Herstellung, dem Verlegen und dem Betrieb von Lichtwellenleitern lassen sich Störstellen in Form von Inhomogenitäten und Brüchen nicht ausschließen. Zur Lokalisierung solcher Störstellen wird auf das bekannte Impulsechoverfahren aus der Nachrichtentechnik und das Rückstreuverfahren zurückgegriffen. Im vorliegenden Beitrag werden das Impulsechoverfahren, einige wesentliche mathematische Zusammenhänge und Testergebnisse eines Mustergeräts vorgestellt.

### 1. Prinzip der Messung

Bild 1 zeigt das Prinzip des Impulsechoverfahrens bei Anwendung des Fehlerortungsgeräts 80018 und OFG 100.

Ausgehend von einem Taktgenerator (1) werden nach einer Impulsformung (2) mit einer Laserdiode (3) schmale optische Impulse hoher Amplitude erzeugt und über einen Verzweiger in den Lichtwellenleiter eingekoppelt. Am Übergang (10) wird ein kleiner Teil der Energie reflektiert und gelangt über die Optik (6 — 5 — 4) zur Empfangsdiode (7).

Störstellen im LWL verursachen einen Echoimpuls, der über den Verzweiger (6 — 5) zur Empfangsdiode (7) geleitet und in einen elektrischen Impuls umgewandelt wird. Bei bekannter Ausbreitungsgeschwindigkeit im LWL kann dann aus der Zeitdifferenz zwischen gesendetem und empfangenem Impuls die Entfernung der reflektierenden Störstelle ermittelt werden. Bei Verwendung des Fehlerortungsoszillografen 80018 muß die Laufzeit am Gerät abgelesen werden. Die Entfernung wird schließlich manuell berechnet oder aus einer Tabelle abgelesen,

$$s = \frac{c}{n_{gr}} \cdot \frac{\Delta t}{2} \tag{1}$$

c Lichtgeschwindigkeit, $n_{gr}$ Gruppenbrechzahl der LWL, $\Delta t$ Laufzeit.

In der Ingenieurhochschule Mittweida wurde ein Gerät entwickelt, das das Fehlerortungsgerät 80018 ersetzen kann und die Entfernung automatisch digital anzeigt.

### 2. Mathematische Zusammenhänge

Sowohl Sende- als auch Empfangsimpuls können mit hinreichender Genauigkeit durch eine Gaußfunktion beschrieben werden, die symmetrisch so begrenzt wird, daß 95,5 % der Fläche unter der unbegrenzten Funktion betrachtet werden (Bild 2a).

Die Laufzeit $t_L$ ergibt sich aus der Differenz zwischen $P_{1\,max}$ und $P_{2\,max}$ (siehe Bild 2a). Praktisch kann die Auswertung der Maxima jedoch wegen der begrenzten Dynamik der Auswerteelektronik nicht genutzt werden.

Ein empfindlicher Verstärker, der für die Erkennung des Empfangsimpulses mit der maximalen Leistung $P_{2\,max}$ bzw. der korrespondierenden Spannung $U_{e2}$ dimensioniert ist, wird durch den am Übergang 10 durch Reflexion entstehenden Eingangsimpuls so übersteuert, daß einerseits kein Maximum mehr erkennbar ist und zum anderen der Sendeimpuls um eine Zeit $t_E$, die Erholzeit des Verstärkers, verlängert wird (Bild 2b). Wie Messungen zeigen, kann bei Sendeimpulsbreiten von 20 ns die Zeit $t_E$ bis zu 200 ns (je nach eingestellter Dynamik) betragen.

Aus den genannten Gründen werden nicht die Maxima, sondern die Impulsanfangszeiten $t_1'$ und $t_2'$ mit einem schnellen Komparator bzw. Trigger ausgewertet.

Geht man davon aus, daß auf der zu messenden Leitung eine Modengleichgewichtsverteilung vorherrscht und $P_{2\,max}$ weit über der Triggerschwelle liegt, so wird durch die Bestimmung von $t_1'$ und $t_2'$ die Laufzeit der schnellsten Moden des Lichtwellenleiters ermittelt. Die Länge des Lichtwellenleiters ergibt sich damit zu

$$s = \frac{c}{n_1} \cdot \frac{t_2' - t_1'}{2} \tag{2}$$

$n_1$ = Kernbrechzahl.

Die sich aus der Modenmischung ergebenden Meßfehler wurden an dieser Stelle vernachlässigt.

Für die Genauigkeit des Reflektometers spielen die Form und die Breite der Impulse eine wesentliche Rolle. Ein Impuls mit einer Leistung $p_1(t)$, dessen Energie durch die Fläche $A_1$ (Bild 2a) definiert ist, wird während der Übertragung auf einem LWL mit der optischen Länge $l$ in einen Impuls mit der Leistung $p_2(t)$ bzw. der Fläche $A_2$ verformt. Die Verformung wird sowohl durch Dämpfung als auch durch Dispersion hervorgerufen. Den Einfluß der Dämpfung beschreibt (3):

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{P_2}{P_1} = 10^{-0{,}1\,\alpha\,l} \tag{3}$$

$\alpha$ spezifische Dämpfung des LWL in dB/km.

Die Impulsverbreiterung infolge Dispersion ergibt sich aus

$$\sigma_2^2 = \sigma_1^2 + \Delta\,\sigma^2 \tag{4}$$

**Bild 1.** Benutzter Meßaufbau zur Fehlerlokalisierung mit dem Impulsechoverfahren

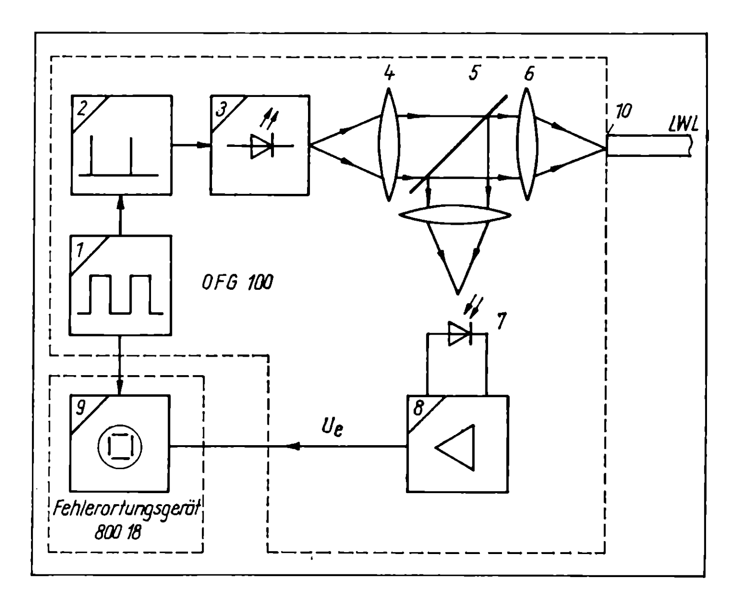
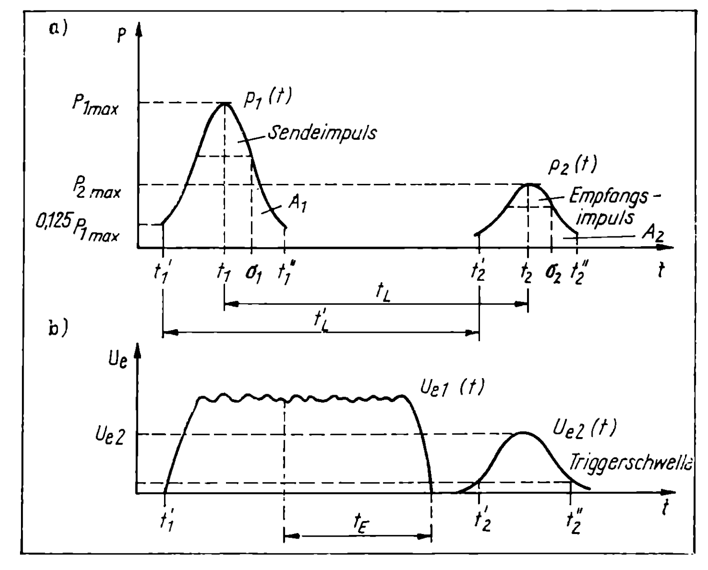



**Bild 2.** Optische und elektrische Impulse beim Impulsechoverfahren



mit

$$\Delta\sigma^2 = \sigma^2 = \sigma^2_{\text{Mod}} + (\sigma_{\text{Mat}} + \sigma_{\text{W}})^2 . \tag{5}$$

Hierin ist $\sigma_{\text{Mod}}$ die Modendispersion, $\sigma_{\text{Mat}}$ die Materialdispersion und $\sigma_{\text{W}}$ die Wellenleiterdispersion.

Bei einer Betriebswellenlänge $\lambda_e = 0{,}85\,\mu\text{m}$ erhält man für die spezifische Dispersion

$$\sigma' = \frac{\sigma}{l} = \frac{1}{l}\sqrt{\sigma^2_{\text{Mod}} + \sigma^2_{\text{Mat}}} . \tag{6}$$

Berechnet man mit (3) die Fläche des an der Diode [Bild 1 (7)] empfangenen gaußförmigen Lichtimpulses, so ergibt sich:

$$\int_{t_2'}^{t_2''} p_2(t)\,\mathrm{d}t = 10^{-0{,}1\,\alpha\,l}\int_{t_1'}^{t_1''} p_1(t)\,\mathrm{d}t$$

$$\frac{K}{\sqrt{2\pi}\,\sqrt{\sigma_1^2 + (\sigma' l)^2}}\int_{t_2'}^{t_2''} \mathrm{e}^{-\frac{(t-t_2)^2}{2(\sigma_1^2 + (\sigma' l)^2)} - 0{,}1\,\alpha\,l}\,\mathrm{d}t = 10$$

$$\frac{K}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_1}\int_{t_2'}^{t_1''} \mathrm{e}^{-\frac{(t-t_1)^2}{2\sigma_1^2}}\,\mathrm{d}t . \tag{7}$$

Das aus (7) mit $(t - t_1) = (t - t_2) = 0$ berechenbare Amplitudenverhältnis kann als Dämpfung interpretiert werden. Es ergibt sich

$$a = \alpha\,l + 5\lg\left[1 + \left(\frac{\sigma' l}{\sigma_1}\right)^2\right] . \tag{8}$$

Definiert man das an der Empfangsdiode 7 (Bild 1) entstehende Verhältnis der maximal auftretenden Amplitude $P_{1\max}$ (4% der in den Lichtwellenleiter eingekoppelten Lichtleistung) zur minimal detektierbaren (vom Trigger erkennbaren) Amplitude als Dynamik $D$ des Systems bzw. $S = 10\lg D$ als Systemwert, so muß gelten

$$a < S - a_{\text{T}} - a_{\text{K}} \tag{9}$$

$a_{\text{T}}$ log Verhältnis von $P_{2\max}$ zur Triggerschwelle
$a_{\text{K}}$ Korrekturfaktor.

Bei (7) wurde vorausgesetzt, daß die Störstelle die gleichen Reflexionseigenschaften wie der Übergang 10 in Bild 1 hat. Für den Fall, daß die Störstelle andere Reflexionseigenschaften hat als der Übergang 10, berechnet sich $a_{\text{K}}$ aus

$$a_{\text{K}} = 10\lg\frac{\left(\frac{n_1 - n_{\text{L}}}{n_1 + n_{\text{L}}}\right)^2}{R_{\text{B}}} \tag{10}$$

$R_{\text{B}}$ Reflexionsfaktor des Bruches.

Mit (8) und (9) läßt sich damit die maximal bestimmbare Entfernung einer reflektierenden Störstelle bei bekanntem Dämpfungsmaß, bekannter Dispersion, Dynamik und Sendeimpulsbreite iterativ berechnen.

Bei der Auswertung von (7) ist zu berücksichtigen, daß wegen der hin- und rücklaufenden Welle die optische Länge $l = 2\,s$ ist. Um die Entfernung digital messen zu können, muß die Zeit $t_{\text{L}}'$ (Bild 2) durch einen Takt mit der Periodendauer $T$ quantisiert werden.

Bei einer einmaligen diskreten Zeitmessung wird statt des exakten Wertes

$$t_{\text{L}}' = zT + \frac{g}{T} \tag{11}$$

entweder $t = zT$ oder $t = (z+1)T$ gemessen,

$g$ echt gebrochener Teil von $\frac{t_{\text{L}}'}{T}$; $z$ Zustandswert des Zählers.

Im entwickelten Reflektometer wird nach jedem Auslösen eines Sendeimpulses ein schmaler Torimpuls nach $t = z \cdot T + t_x$ mit $0 \leqq t_x \leqq T$ erzeugt. Während der Toröffnung wird geprüft, ob ein Echoimpuls vorhanden ist. Der Zählerstand $z$ ist somit das Maß für die Entfernung der Störstelle. Die anschließende Messung ergibt einen Torimpuls zum Zeitpunkt $t = (z+1) \cdot T + t_x$ usw. Auf diese Weise wird der gesamte interessierende Zeitbereich bzw. der entsprechende Entfernungsbereich abgetastet. Arbeiten die Generatoren zur Erzeugung des Zeitraters und zur Erzeugung der Sendeimpulse völlig unabhängig, so ist $t_x$ im Bereich $[0; T]$ gleichverteilt. Die Wahrscheinlichkeit $P(z+1)$, daß der nächstgrößere Wert $(z+1)$ ermittelt wird, ist dabei gleich $g$. Durch mehrfache Messung und anschließende Mittelung kann der durch $t_x$ hervorgerufene Meßfehler verringert werden. Diesem Mittelungsprozeß liegt die Binominalverteilung zugrunde, die die Wahrscheinlichkeit $f_{m(K)}$ für das $K$-fache Auftreten von $(z+1)$ bei $m$ Versuchen angibt.

$$f_{m(K)} = \binom{m}{K} p^K \cdot g^{m-K} = \binom{m}{K} g^K (1-g)^{m-K} . \tag{12}$$

Für $m > 30$ geht die Binominalverteilung in die normierte Gaußverteilung mit der normierten Zufallsvariablen

$$u = \frac{\Delta g}{\sigma_g}$$

über. Dabei ist $\Delta g$ die Abweichung vom Mittelwert $g$ und $\sigma_g$ die auf die Anzahl der Messungen bezogene Streuung

$$\sigma_g = \frac{\sigma}{m},$$

$$\Phi(u) = \frac{1}{2m}\int_{-\infty}^{u} \mathrm{e}^{-0{,}5\,v^2}\,\mathrm{d}v . \tag{13}$$

$\Phi(u)$ ist die Wahrscheinlichkeit, mit der v irgendeinen Wert $v \leqq u$ annimmt. Ein $m$fach gemittelter Meßwert fällt mit der Wahrscheinlichkeit $P$ in den Vertrauensbereich $(g - \Delta g; g + \Delta g)$, wenn $P(-u \leqq v \leqq u) = \Phi(u) - \Phi(-u)$ mit $g = u \cdot \sigma_g$ erfüllt ist.

Bei der maximalen Streuung $g = 0{,}5$ wurden für $m$ Mittelungen unter Angabe der statistischen Sicherheit die Vertrauensbereichsfaktoren berechnet.

Aus Tafel 1 ist zu entnehmen, daß mit einer statistischen Sicherheit von 99,5% bei 30facher Mittelung der durch die Digitalisierung hervorgerufene Meßfehler auf etwa 25% und bei 100 Mittelungen auf etwa 14% verringert wird.

**Tafel 1**

| $p$ % | 30 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 1000 | $u$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 99,5 | 0,257 | 0,199 | 0,162 | 0,141 | 0,115 | 0,099 | 0,044 | 2,81 |
| 99,9 | 0,280 | 0,217 | 0,177 | 0,154 | 0,125 | 0,108 | 0,049 | 3,07 |

### 3. Praktische Ergebnisse

Der an der IH Mittweida realisierte Zusatz zum Fehlerortungsgerät OFG 100 ersetzt das Oszilloskop 80018, wobei die Entfernung zur Störstelle direkt angezeigt wird.

Das Gerät hat folgende Parameter:

| | |
|---|---|
| Takt zur Erzeugung des Zeitraters | 20 MHz |
| Sendeimpulsfrequenz | 3,3 MHz |
| Sendeimpulsbreite | 20 ns |
| Anstiegszeit des Sendeimpulses | 10 ns |
| maximale Dynamik $S$ | 24 dB |
| Erholzeit $t_{\text{E}}$ des Verstärkers bei maximaler Sendeimpulsleistung | 200 ns. |

Praktische Messungen ergaben, daß die Triggerschwelle nicht größer als $0{,}125\,P_{2\max}$ gewählt werden darf, um die Meßfehler zu minimieren. Das entspricht einem Wert von $a_{\text{T}} = 9$ dB in (9). Bei einer Triggerschwelle von nahe 0 dB, d. h. Messung nahe am Impulsmaximum, traten zusätzliche Fehler bis zu 2 m auf.

Der Meßfehler bei einer Messung beträgt $\pm 5{,}1$ m. Bei 50facher Mittelung verringerte sich dieser Fehler auf $\pm 1{,}1$ m bei einer statistischen Sicherheit von 99,5%. Allerdings muß die Brechzahl sehr genau bekannt sein.

Bei einer spezifischen Dämpfung von 3 dB/km ergibt sich aus (8) und (9) eine maximal bestimmbare Entfernung der Störstelle unter den konkreten Bedingungen des Gerätes mit annähernd 2,5 km [$a_{\text{K}} = 0$; siehe (10)]. Die Testversuche wurden mit Lichtwellenleiterlängen bis zu 1 km durchgeführt.

NaA 9868

Dipl.-Ing. *Robert Hoffmann;* Dr.-Ing. *Heinz Döring;* Prof. Dr. sc. techn. *Erhard Grimm*, Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik, Platz der DSF 17, Mittweida, 9250

## Weiterhin grünes Licht für die Elektronik – Hauptrichtung der Entwicklung der Elektrotechnik-Industrie der Tschechoslowakei im 8. Fünfjahrplan

Die elektrotechnische Industrie der ČSSR ist einer der sich am dynamischsten entwickelnden Industriezweige der tschechoslowakischen Volkswirtschaft. Die Produktion von Elektronik ist von 1981 bis 1985 um 40,2% gestiegen, die Produktion von elektronischen Bauelementen hat sich mehr als verdoppelt. Das hohe Wachstumstempo reicht aber noch nicht aus. Deshalb soll im 8. Fünfjahrplan die elektrotechnische Industrie zum dynamischsten Industriezweig entwickelt werden.

Ein langfristiges Komplexprogramm der Elektronisierung der tschechoslowakischen Volkswirtschaft wird bis 1995 verwirklicht. Entscheidend sind die Produktion von Halbleitern und mikroelektronischen Bauelementen für die Entwicklung der Mini- und Mikrorechentechnik und für periphere EDV-Anlagen, Technologien auf der Grundlage von polykristallinem Silizium sowie spezielle Technologien (MESFET) auf der Basis von Galliumarsenid. Der 8. Fünfjahrplan sieht für die elektrotechnische Industrie einen durchschnittlichen Jahreszuwachs um mindestens 10,5% vor, für die Elektronik mindestens 12%, für Bauelemente 17% und für die Mikroelektronik 18%. Durch die verdoppelten Investitionen soll sich ab 1990 die Arbeitsproduktivität um das fast Dreifache erhöhen.

Es ist das Ziel, die Entwicklungsetappen von neuen integrierten Schaltkreisen zu verkürzen und den Investitionsaufwand für die vorgesehenen Produktionen um 20 bis 30% zu senken. Für die Steuerungs- und Automatisierungstechnik wird vor allem auf Baukastensysteme orientiert.

Die EDV-Technik soll so nahe wie möglich an die Nutzer herangebracht und die einzelnen Leitungsebenen sollen zu einem hierarchisch gegliederten System verbunden werden.

Wichtige Aufgaben sind

- Entwicklung einer neuen Rechnergeneration
- Nutzung der künstlichen Intelligenz
- Experten- und Wissensspeichersysteme
- leistungsstarke EDV-Systeme für umfassende Informations- und Leitungsaufgaben
- Rechnerverbundnetze.

Lösungswege der Elektronik sind auch in anderen Wirtschaftszweigen anzuwenden. Eine Schwerpunktaufgabe ist vor allem die Automatisierung der Produktionsprozesse im Maschinenbau, der Energetik, der Konsumgüterindustrie, der Nahrungsgüterindustrie und im Bauwesen. Besonders wichtig sind CAD, CAM und CIM-Anwendungen. Für ein derart umfangreiches Programm werden Fachkader benötigt, die sowohl theoretisch als auch praktisch geschult werden. Bereits seit längerer Zeit ist „Grundlagen des Programmierens" ein Pflichtfach an den meisten Hochschulen der ČSSR. Dieses Unterrichtsfach wird auch in den Mittelschulen eingeführt. Mit den Grundfächern der EDV-Technik werden in unterhaltender Form allmählich auch die Schüler der Elementarstufen und sogar auch Vorschulkinder bekannt gemacht. In der Tschechoslowakei hat sich seit Bildung des Ministeriums für elektrotechnische Industrie das Angebot an Bauelementen der Mikroelektronik, einschließlich Mikroprozessoren, deutlich zugenommen. Schrittweise wurde die Produktion von elektronischen Lithografen und Schnelldruckern für Rechner aufgenommen, die z.T. internationalen Spitzenerzeugnissen ebenbürtig sind.

Ein gewisser Rückstand, der früher als Folge der Unterschätzung der Bedeutung der Elektronik in der Tschechoslowakei eingetreten war, konnte bislang nicht völlig eingeholt werden. Ein Weg dazu ist die Zusammenarbeit mit ausländischen Firmen einschließlich Kooperation und Spezialisierung der Produktion.

Im Rahmen der Zusammenarbeit der RGW-Länder sind in den Jahren 1981–1985 multilaterale und 55 bilaterale Abkommen mit sozialistischen Ländern abgeschlossen worden, die im kommenden Planjahrfünft verlängert werden sollen. Ende der achtziger Jahre soll der Anteil des vertraglich gebundenen Exports von gegenwärtig rund 40% auf 65% des Gesamtumfangs der Ausfuhren erhöht werden.

Der Kauf der Lizenz für die Produktion von Inline-Farbfernsehröhren von der japanischen Firma Toshiba, die kürzlich aufgenommene Zusammenarbeit mit der Firma Philips im Zusammenhang mit der Produktion von Videogeräten, wie auch die Aussagen des Ministers für elektrotechnische Industrie der ČSSR, Milan Kubát, bei der Eröffnung der diesjährigen Internationalen Maschinenmesse von Brno zeugen davon, daß in einigen Bereichen der Elektrotechnik auch für Firmen des kapitalistischen Auslands Möglichkeiten der Zusammenarbeit bestehen. Die Tschechoslowakei plant sowohl den Ankauf von Lizenzen als auch den Abschluß von Kooperations- und Spezialisierungsverträgen mit westlichen Firmen. Ein Bild von Gegenwart und Zukunft der elektrotechnischen Industrie in der Tschechoslowakei haben die Ausstellungen „Elektronisierung und Automatisierung '85", „ROBOT '86" (im Rahmen der Ausstellung „Autoprogress-Welding-Robot '86") und die Leistungsschau junger Erfinder und Forscher „Zenit" vermittelt. Neben dem enormen Interesse der Jugend an der EDV-Technik waren hier auch eine Reihe interessanter technischer Lösungen zu sehen, die nunmehr in der Praxis einzusetzen sind. Das langfristige Komplexprogramm der Elektronisierung der tschechoslowakischen Volkswirtschaft bis 1995 und die Aufmerksamkeit, die der Entfaltung dieses Zweiges gewidmet wird, schaffen dafür reale Voraussetzungen.

*F. Masek* (Anzeige)

**Bild 3.** Das Interesse an Elektronik und Rechentechnik wird in Rechentechnik-Zentren genutzt, wo die jungen Menschen mit den Grundlagen der Datenverarbeitung bekannt gemacht werden. Eines dieser Zentren ist im Techniker-Klub der Tschechoslowakischen wissenschaftlich-technischen Gesellschaft in Prag. Es ist vor allem bestimmt für Schüler der Grund- und Mittelschulen des Stadtbezirks Prag 1



**Bild 1.** Mitglieder der Konstrukteurgruppe Melkmaschinen des Betriebs AGROZET Pelhřimov/Südböhmen führen die Mikroelektronik in den Melkprozeß ein. Auf dem Foto Ing. S. Kubát (links) und B. Kotrč bei der Inbetriebnahme des elektronisch gesteuerten Waschautomaten für Melkanlagen. (V – 87056/3)

**Bild 2.** Elektronik in der Textilmaschinenindustrie der ČSSR. Auf dem Foto: Dagmar Váchová bei der Bedienung des Halbautomaten IDAS 402 im Betrieb ELITEX/Nordböhmen (S – 9231/10)





# Anforderungen an Empfangsschaltungen zur Auswertung von MFC-Zeichen

**H. Deitert, KDT, Rochlitz**

Mitteilung aus dem VEB Stern-Radio Rochlitz

In bzw. zwischen Fernmeldeanlagen oder von Geräten des Teilnehmerbereichs zu Fernmeldeanlagen sind zur Steuerung des Verbindungsaufbaus Kennzeichen zu übertragen. Dazu sind unterschiedliche Arten bekannt. Gleichstromimpulse bzw. Impulsserien sind nur aufwendig übertragbar und erfordern einen hohen Zeitaufwand. Vorteilhaft ist, sie als Mehrfrequenzzeichen in das Sprachband mit einheitlicher Länge umzusetzen, da MFC-Zeichen beliebige Übertragungsstrecken passieren. Nach der Übertragung müssen spezielle MFC-Empfänger die MFC-Zeichen rückverwandeln bzw. in vom empfangenden System verarbeitbare Zeichen umsetzen. Der einfachen und zeitsparenden Übertragbarkeit von MFC-Zeichen steht nachteilig gegenüber, daß bei der Zeichenumsetzung, der Übertragung und durch äußere Einflüsse Verfälschungen auftreten, die durch Veränderung des Informationsinhalts oder Überforderung der MFC-Empfänger zu Fehlverbindungen führen. Folgende Ausführungen basieren auf Untersuchungen des Verhaltens von MFC-Empfängern im sowjetischen System ATZ-K/KV (Automatische Telefon-Zentrale; 10 TAE; KS/R-Technik mit elektronischen Funktionsblöcken). Nachfolgend werden systembezogene technische Forderungen unter Berücksichtigung dieser Untersuchungen formuliert und das Konzept eines modernisierten MFC-Empfängers vorgestellt, der zukünftig im System eingesetzt wird.

## 1. Verfälschungsarten

Als Verfälschungen werden Veränderungen bezeichnet, die an einem idealen MFC-Zeichen auftreten können, woraus technische Forderungen für MFC-Empfänger abzuleiten sind. Verfälschungen am MFC-Zeichen beziehen sich auf die typischen Parameter:
Code, Frequenz, Klirrfaktor, Pegel, Zeit (Senden/Pause), Fremdsignalanteil.
Folgende Komplexe sind zu untersuchen:

- MFC-Sender (Generator, Codiereinrichtung)
- Übertragungsweg
- Betriebsregime, technisches Umfeld
- technische Mängel anderer Geräte

### *1.1. Generatoren und Codiereinrichtungen (MFC-Sender)*

Frequenz- und Pegelabweichung sowie Klirrfaktor und Fremdsignalanteil des MFC-Zeichens können durch die Güte der Generatoren klein gehalten werden. Das ist ökonomisch vertretbar und technisch möglich, da Generatoren als zentrale, zur Verhinderung von Totalausfällen gedoppelte Einrichtungen ausführbar sind. Die zur MFC-Zeichenbildung erforderlichen Codiereinrichtungen bestimmen Informationsinhalt, Sende- und Pausenzeit und beeinflussen Pegel und Klirrfaktor der MFC-Zeichen. Da Codiereinrichtungen keine hohe Zentralisierung ermöglichen, können die Einflüsse durch technischen Aufwand nicht beliebig minimiert werden. Das gilt besonders bei der Tastenwahl, da der MFC-Sender im Fernsprechendgerät vorhanden sein muß. Beim Wahlempfang sind Störungen durch das Teilnehmerverhalten, wie Sprache während der Wahl und unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Eingabe, zu beachten. Codiereinrichtungen mit Kontaktanordnungen neigen aufgrund von Prellungen und instabilen Übergangswiderständen zu Unterbrechungen oder Ausbleiben einer Frequenz im MFC-Zeichen und zur Verringerung des Störabstands. Der Einsatz elektronischer Codiereinrichtungen verhindert bzw. verringert diese Erscheinungen.

### *1.2. Übertragungsweg*

Auf dem Übertragungsweg entstehen wesentliche Verfälschungen des MFC-Zeichens. Das bezieht sich vorrangig auf den absoluten Pegel, die Pegeldifferenz sowie die Fremdsignaleinkopplung. Fallen Fremdsignale mit Signalfrequenzen zusammen, so kann das zur Umcodierung führen. Generell sind Fremdsignale nachteilig, da ein großer Störpegel nur einen kleinen dynamischen Arbeitsbereich der MFC-Empfänger zuläßt. Liegen im Übertragungsweg TF-Strecken, so muß mit einem Trägerrestsignal gerechnet werden, das die Geräuschspannung meist weit übersteigt. Die vom Übertragungsweg verursachten Pegelverzerrungen stellen an MFC-Empfänger hohe Anforderungen. Die Pegeldifferenz zwischen den äußersten MFC-Frequenzen erreicht bei max. Leitungslänge etwa 10 dB. Sind im Übertragungsweg bespulte Leitungen eingesetzt, so ist normalerweise die Pegeldifferenz gering. Festzustellen ist aber, daß bei nicht exakter Anpassung bespulter Leitungen erhebliche unkontrollierbare Pegeldifferenzen auftreten, die u. U. MFC-Zeichen mit inversen Pegelverhältnissen verursachen.

### *1.3. Betriebsregime, technisches Umfeld*

MFC-Empfänger werden als zentrale Einrichtungen nur im Bedarfsfall an den aufzubauenden Verbindungsweg angeschaltet. Im Moment der Anschaltung treten vorwiegend durch Ladungsausgleich Einschwingvorgänge auf, die als Störungen auf die MFC-Empfänger gelangen. Vom Betriebsregime und technischem Umfeld (Anforderungsmoment, Anschaltedauer, Anschalteart, Gerätestruktur, Bauelemente-Basis) ist abhängig, welche Einflüsse zu berücksichtigen sind. In Anlagen der klassischen Vermittlungstechnik treten an elektromechanischen Bauelementen ohne Störschutzbeschaltung Störspannungen bis 1000 V auf. Da auch moderne Vermittlungsanlagen oft derartige Bauelemente enthalten, müssen diese Störungen beachtet werden. Beim Verbindungsaufbau zu anderen Vermittlungsstellen ändert sich je nach erreichtem Abschnitt der Empfangspegel, so daß die nächsten eintreffenden MFC-Zeichen einen wesentlich kleineren Pegel haben können.

### *1.4. Technische Mängel*

Trotz hoher Zuverlässigkeit, ständiger Funktionstests und guter Wartung treten während der Betriebszeit von Vermittlungsanlagen (Lebensdauerforderung 40 Jahre) technische Defekte auf. Oft führen sie nicht zum Totalausfall der betroffenen Einrichtung und treten nur zeitweise auf, wodurch die Fehlerermittlung erschwert ist. Aufgrund der Komplexität vermittlungstechnischer Systeme können solche Fehler in anderen Einrichtungen, z. B. auch in MFC-Empfängern, Störungen hervorrufen und dadurch zu erheblichen Einschränkungen der Betriebsgüte der Zentrale führen. Damit sind neben den bedingt auftretenden Einflüssen auch diese Störfaktoren bei der Dimensionierung zu beachten.

## 2. Technische Forderungen für MFC-Empfänger

Forderungen, die nicht direkt vom MFC-Zeichen bestimmt sind, z. B. Stromverbrauch usw., werden nicht berücksichtigt.

### *2.1. Dynamischer Arbeitsbereich*

#### 2.1.1. Empfindlichkeit

Da Geräuschspannungen von einigen Millivolt im Anschaltezustand der MFC-Empfänger auftreten, muß die statische Empfindlichkeit zum Grundgeräusch einen ausreichenden Sicherheitsabstand haben. Unter Beachtung der Differenz zwischen statischer und dynamischer Empfindlichkeit liegt damit der untere Arbeitspegel fest, bei dem der MFC-Empfänger noch arbeiten muß. Bei Berücksichtigung der Leitungscharakteristik ist das der Arbeitspunkt für die höchste vorkommende Frequenz. Für tiefere Frequenzen ist der Empfangspegel höher, so daß die Empfindlichkeit des MFC-Empfängers tiefer gewählt werden muß. Durch einen der Leitungscharakteristik entgegengesetzten Frequenzgang des Verstärkers wird erreicht, daß die Pegeldifferenz im MFC-Zeichen ausgeglichen wird. Beim Einsatz von MFC-Empfängern an bespulten Leitungen kann auf eine Frequenzgangkorrektur verzichtet werden, da nur geringe Pegeldifferenzen auftreten. Sind Fehlanpassungen nicht auszuschließen, müssen MFC-Empfänger auch bei vertauschten Pegelverhältnissen arbeiten.

#### 2.1.2. Aussteuergrenze

Um bei maximaler Leitungslänge die dynamische Empfindlichkeitsgrenze nicht zu unterschreiten, muß der MFC-Sender einen um die

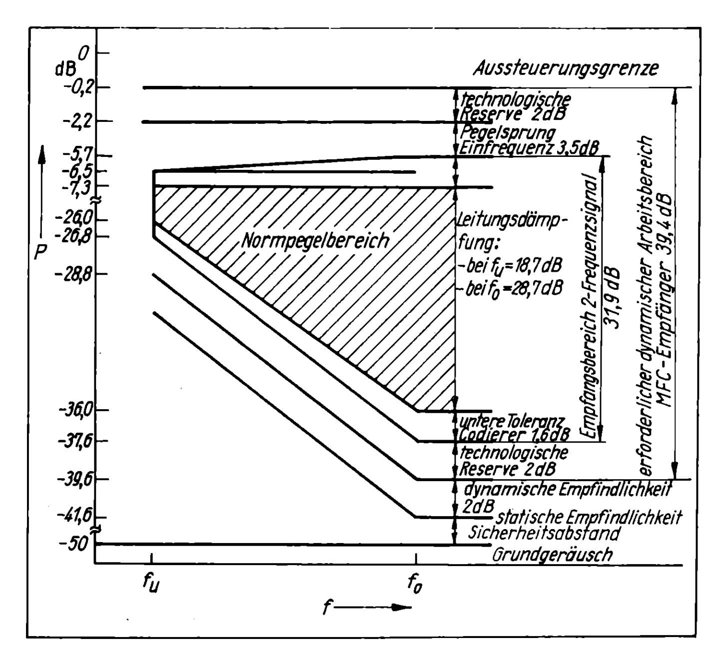



**Bild 1.** Pegelbild

Leitungsdämpfung höheren Pegel senden. Unter Berücksichtigung der zulässigen absoluten und relativen Sendepegelabweichung tritt der kritische Fall ein, wenn die maximale negative Abweichung beider Werte bei der höchsten Generatorfrequenz auftritt. Um Fertigungstoleranzen abzufangen, ist eine technologische Reserve zwischen unterem zu erwartenden und tatsächlich verarbeitbarem Empfangspegel einzukalkulieren. Im oberen Pegelbereich ist die maximale positive absolute Sendepegelabweichung und Pegeldifferenz sowie eine technologische Reserve zu berücksichtigen. Codiereinrichtungen, die nach dem Prinzip der direkten Paralleleinspeisung mit Entkopplungswiderständen arbeiten, senden einen erhöhten Pegel im Prüffall (Einfrequenzsignal) bzw. bei zeitweiliger Unterbrechung einer der beiden Generatorkreise. Daraus resultiert die obere Aussteuergrenze (Bild 1).

### *2.2. Zeitparameter*

Wegen hoher Geschwindigkeit beim Zeichenaustausch sollten Sendedauer und Pause kurz sein. In herkömmlichen Anlagen mit Relais liegen die Zeiten bei etwa 40 ms. Trotz Anwendung elektronischer Lösungen in neueren Anlagen und deren höherer Geschwindigkeit ist aus Kompatibilitätsgründen eine erhebliche Verkürzung unmöglich. Grund dafür ist auch, daß moderne Erkennungsverfahren ebenfalls eine Mindestbewertungsdauer erfordern. Unter Berücksichtigung von Einschwingvorgängen und der Möglichkeit des Auftretens MFC-ähnlicher Störsignale dürfen MFC-Empfänger für eine bestimmte Schutzzeit nicht ansprechen. Nach Überschreiten der Schutzzeit sollen sie in kurzer Zeit die Auswertung realisieren und auf MFC-Zeichenunterbrechungen nicht reagieren. Nach Ende jedes MFC-Zeichens müssen MFC-Empfänger kurzfristig in den Empfangszustand übergehen und an andere Geräte gesendete Signale abschalten. Zur Speicherung müssen die von MFC-Empfängern weitergegebenen Zeichen eine Mindestlänge haben. Daraus resultiert die zulässige Impulsverzerrung. Arbeiten MFC-Empfänger mit Relaissätzen zusammen, darf die Verzerrung die Schutzzeit für die kürzesten MFC-Zeichen nicht wesentlich überschreiten. Zur Kompensation der Pegelverzerrungen müssen Regelverstärker eingesetzt werden, da sie im Gegensatz zu Begrenzerverstärkern einen kleineren Klirrfaktor haben. Sinnvoll ist die Bewertung des MFC-Zeichens im eingeregelten Zustand des Verstärkers. Das erfordert kurze Regelzeiten. Da einem MFC-Zeichen mit hohem Pegel solche mit niederem Pegel folgen können, muß der Verstärker in der Pause wieder eine große Verstärkung annehmen.

### *2.3. Störfestigkeit*

Mit Störfestigkeit wird der minimal zulässige Abstand zwischen Nutz- und Störpegel im MFC-Zeichen verstanden.

#### 2.3.1. Trägerreste

Wie im Abschn. 1.2. ausgeführt, kann der Störpegel im MFC-Zeichen sehr hoch liegen. Eine Unterdrückung dieser Außenbandfrequenzen ist durch Bandbegrenzung oder Sperrfilter möglich.

#### 2.3.2. Überspannungen

Durch Einschwingvorgänge oder äußere Einflüsse verursachte Überspannungen führen neben Funktionsstörungen u. U. zu Bauelementezerstörungen. Ein Schutz ist durch Eingangsbegrenzer möglich. Sie dürfen beim maximalen Empfangspegel nicht ansprechen, damit der Arbeitsbereich nicht eingeengt wird.

#### 2.3.3. Störungen, die MFC-Frequenzen entsprechen

Die Forderung nach hoher Empfindlichkeit und großer zulässiger Pegeldifferenz ist ein Widerspruch und zwingt zum Kompromiß. Da einzelne Störungen den Arbeitsbereich erreichen, müssen Codekontrollschaltungen eingesetzt werden, die nach Fehlererkennung eine Wiederholung des MFC-Zeichens veranlassen.

## 3. Schaltungsvorschlag

### *3.1. Eingangsverstärker*

Zur Kompensation der Pegelverzerrungen wurde ein Verstärker mit pegelabhängigem Frequenzgang konzipiert (Bild 2). Die Pegelregelung erfolgt mit einem vor den Verstärkerstufen angeordneten symmetrischen Diodendämpfungsglied, in dessen Querzweigen RC-Glieder liegen. Die symmetrische Anordnung wurde wegen ihrer hohen Gleichtaktunterdrückung und Regelgeschwindigkeit gewählt.

Wird kein Regelspannungssignal eingespeist, sind die RC-Glieder aufgrund der Hochohmigkeit der Dämpfungsdioden ohne Wirkung. Das Eingangssignal gelangt praktisch ungedämpft in den Verstärker. Durch entsprechende Beschaltung ist der Verstärker so dimensioniert, daß die obere MFC-Frequenz um den Wert der Leitungsdämpfung gegenüber der unteren angehoben wird. Nach Überschreiten der Regelungseinsatzschwelle fließt ein Steuerstrom im Dämpfungsglied, und der von Dioden und RC-Glied bestimmte komplexe Querwiderstand bildet mit den Längswiderständen frequenzabhängige Spannungsteiler. Die tiefere, im MFC-Zeichen enthaltene Frequenz wird um den Betrag der Anhebung der höheren Frequenz im Verstärker weniger gedämpft, womit eine pegelabhängige Entzerrung erreicht ist. Für konkrete Eingangsspannungen

**Bild 2.** Regelverstärker

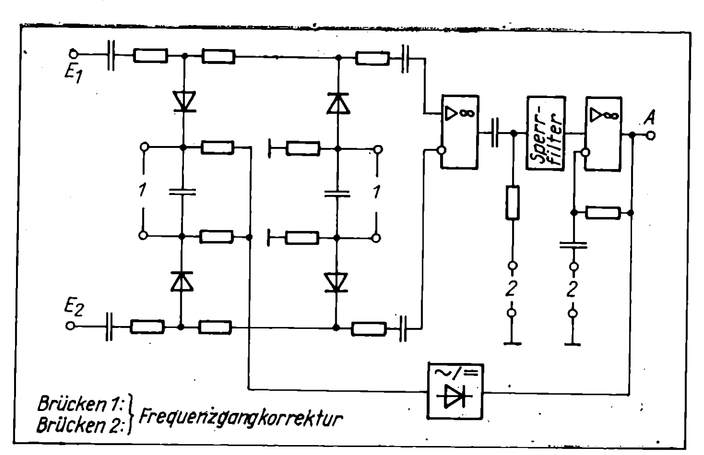
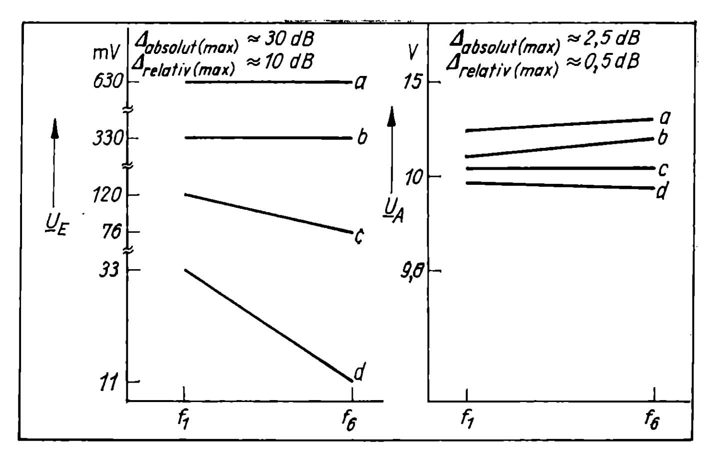



**Bild 3.** Regelkennlinie



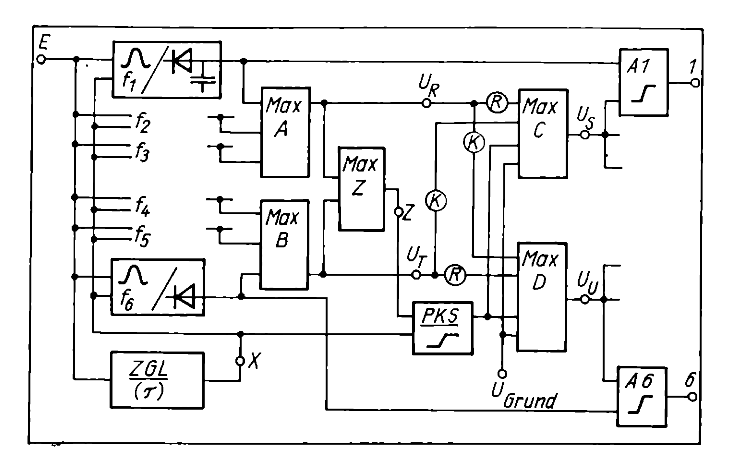



Bild 4. Prinzip

a, b, c, d sind die zugehörigen Ausgangsspannungen (Schwingspannungen) im 2-Frequenzsignal (Kombination K 15) dargestellt (Bild 3).

### *3.2. Auswerteschaltung*

Das Prinzip einer analogen Auswerteschaltung zeigt Bild 4. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Zeitschalter ZGL die Filter f1 bis f6 (einschließlich Speicherkondensatoren) und eine Pegelkontrollschaltung PKS (die die Auswertung der an den Speicherkondensatoren auftretenden Ladespannungen durch Vergleich mit daraus abgeleiteten variablen Referenzspannungen in den Schaltstufen A1 bis A6 steuert) nur zeitbegrenzt freigibt. Die Pegelbewertung und Steuerung erfolgt über Extremwertschalter Max A, B, C, D, Z. Erkennt die Pegelkontrollschaltung an Ader Z einen vorgegebenen Sollwert, werden über Max C, D die Schaltstufen A1 bis A2 zum Schalten freigegeben, deren Steuerspannung über der von Max C, D (K, R) aufbereiteten Vergleichsspannung US bzw. UU liegt. Dabei gilt:

UR = UT → US = R ⋆ UR; UU = R ⋆ UT
UR > UT → US = R ⋆ UR; UU = K ⋆ UR K < R < 1
UR < UT → US = K ⋆ UT; UU = R ⋆ UT.

Eine schaltungstechnische Realisierung zeigt Bild 5.
Wegen hoher Zuverlässigkeit und Langzeitstabilität, der Steuerungsmöglichkeit durch Bedämpfung und des nicht notwendigen Ruheenergieverbrauchs wurden als Selektionsmittel trotz ökonomischer Nachteile LC-Kreise eingesetzt. Die weiterhin aus Gleichrichter, Speicherkondensator, Schaltstufe bestehenden Signalempfänger SE 1 bis SE 6 enthalten in der Schaltstufe einen Operationsverstärker. Über ein zentrales Koppelglied KG, das der Extremwertbildung und Pegelaufbereitung dient, sind die in 2 Gruppen eingeteilten Signalempfänger mit dem Zeitglied ZGL und der Pegelkontrollschaltung PKS verbunden. Das Zeitglied kontrolliert, ob am Eingang E ein Zeichen genügender Länge und Amplitude anliegt. Sind

Tafel 1. Prüf-Parameter für MFC-Empfänger (Code 2 aus 6)

| | | Sollwert | Istwert |
|---|---|---|---|
| Empfindlichkeit | statisch für f3 | 6 mV ± 1 mV | 6 mV |
| | dynamisch für f1/f6 | 25 mV/8 mV | 18 mV/5 mV |
| Pegeldifferenz | oberer Pegel f1/f6 | 330 mV/200 mV | 330 mV/110 mV |
| | oberer Pegel f6/f1 | 330 mV/270 mV | 330 mV/210 mV |
| | mittlerer Pegel f1/f6 | 120 mV/76 mV | 120 mV/35 mV |
| | mittlerer Pegel f6/f1 | 120 mV/140 mV | 120 mV/90 mV |
| | unterer Pegel f1/f6 | 25 mV/8 mV | 25 mV/6 mV |
| | unterer Pegel f6/f1 | 33 mV/60 mV | 33 mV/22 mV |
| Störfestigkeit | Kurzimpuls, oberer Pegel, Einfrequenz | > 15 ms | 18 ms |
| | MFC-Zeichen, oberer Pegel | > 20 ms | 22 ms |
| | Trägerrest | – 17,4 dB | – 15 dB |
| | Grundgeräusch | – 50 dB | – 46 dB |
| | MFC-Zeichen K 1 + Störfrequenz f3 | Störabstand < 15 dB | 10 dB |
| | MFC-Zeichen K 3 + Störfrequenz f4 | | – 10,5 dB |
| | MFC-Zeichen K 10 + Störfrequenz f3 | | 12,5 dB |
| | MFC-Zeichen K 15 + Störfrequenz f4 | | 10,5 dB |
| Signalunterbrechung | im MFC-Zeichen | > 3 ms | 6 ms |
| | eine Frequenz im MFC-Zeichen | > 10 ms | > 15 ms |
| Auswertezeit (kürzestes MFC-Zeichen) | oberer Pegel | < 35 ms | 24 ms |
| | unterer Pegel | | 26 ms |
| Erholzeit (kürzeste Pause zum nächsten MFC-Zeichen) | bei Pegeldifferenz 0 dB | < 30 ms | 12 ms |
| | bei Pegeldifferenz 10 dB | | 18 ms |
| | bei Pegeldifferenz 30 dB | | 26 ms |
| Pegelsprung im MFC-Zeichen | bei oberem Pegel | 330 mV/200 mV | 330 mV/130 mV |
| | bei mittlerem Pegel | 220 mV/150 mV | 220 mV/80 mV |
| Aussteuergrenze | für K = 10 % | > 750 mV | 1200 mV |
| Frequenzabweichung MFC-Signal | f1 bis f3 | ± 1 % | ± 2 % |
| | f4 bis f5 | ± 12 Hz | ± 25 Hz |
| Prüf-Parameter für MFC-Sender | | | |
| Sendepegel an 600 Ω | | – 7,3 dB ± 0,8 dB | |
| Pegeldifferenz | | 0 dB ± 0,8 dB | |
| Sendezeit | | 45 ms ± 5 ms | |
| Pause | | 40 ms ± 5 ms | |
| Klirrfaktor | | < 5 % | |

Code 2 aus 6 ≙ 15 MFC-Zeichen
f1 = 700 Hz, f6 = 1700 Hz

diese Bedingungen nicht erfüllt, legt das Zeitglied über Ader X an Koppelglied und an Pegelkontrollschaltung Masse an (Arbeitskontakt: pnp-Transistor). Die Pegelkontrollschaltung prüft, ob an Ader X des Koppelgliedes eine genügend hohe Spannung anliegt (Umschaltekontakt: Operationsverstärker). Ist sie kleiner als ein in der Pegelkontrollschaltung vorgegebener Vergleichswert, sendet sie Minuspotential als Sperrpotential über Ader Y zum Koppelglied. Masse an Ader X und Minus an Ader Y entspricht dem Ruhe- bzw. Blockierzustand der Anordnung. Vom Koppelglied gelangt das Sperrpotential auf den invertierenden Eingang der Operationsverstärker aller Signalempfänger. Die Ausgänge A1 bis A6 signalisieren mit Massepotential, daß kein MFC-Zeichen am Empfänger anliegt. Trifft ein MFC-Signal (Bild 6, Kurve A) ein, so können die Schwingkreise trotz Übereinstimmung mit dem MFC-Zeichen nicht

Bild 5. Schaltung

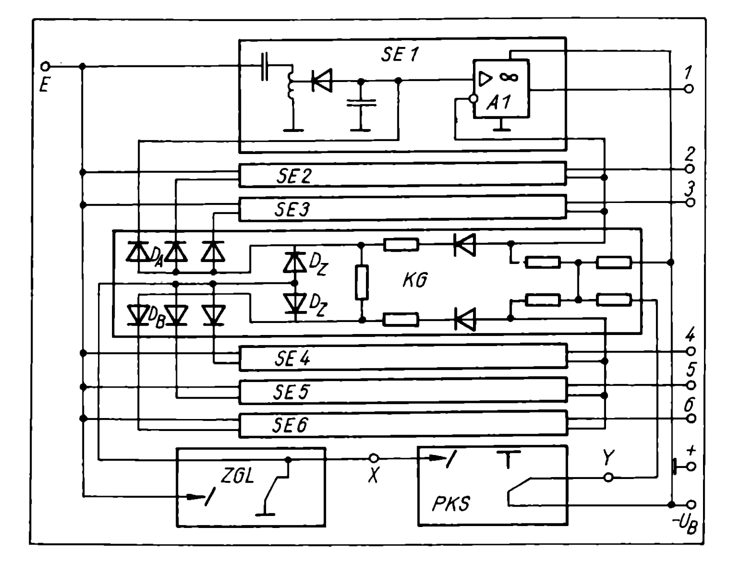
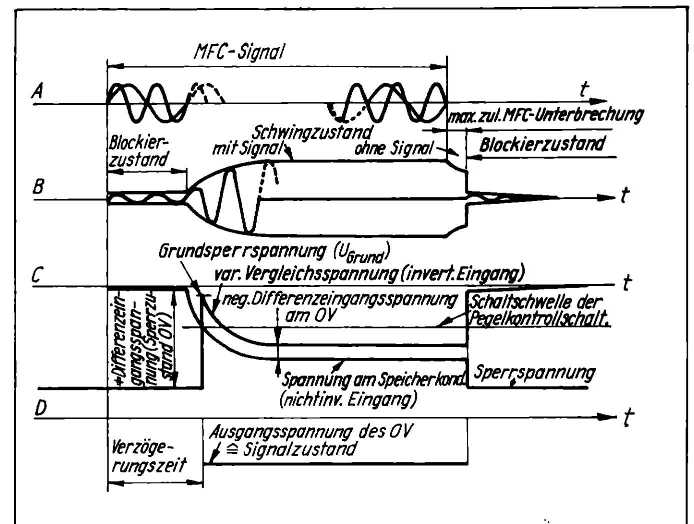



Bild 6. Signalverlauf



anschwingen, da vom Zeitglied Masse als Kurzschluß an jedem Signalempfänger anliegt, was einer hohen Bedämpfung der Schwingkreise entspricht. Während der Verzögerungszeit befindet sich die Schaltung im Blockierzustand. Danach wird der Kurzschluß aufgehoben (Bild 6, B). Die entsprechenden Kreise schwingen maximal an, und die Speicherkondensatoren werden geladen. Nach Freigabe im Zeitglied dient die hochohmige X-Ader nun der Pegelkontrollschaltung zur Prüfung der Ladespannung. Bis zum Erreichen der Schaltschwelle sperrt sie die Operationsverstärker, so daß die momentane Ladespannung nicht ausgewertet wird (Bild 6, C). Wird der Schwellwert erreicht, schaltet die Pegelkontrollschaltung um und gibt diejenigen Operationsverstärker frei, deren Steuerspannung größer als die im Koppelglied durch Spannungsteilung aus der Betriebsspannung erzeugte Grundsperrspannung zuzüglich dem aus den momentanen Ladespannungen der Speicherkondensatoren gewonnenen variablen Anteil ist (Bild 6, C). Die dem MFC-Zeichen entsprechenden Ausgänge senden von diesem Moment an Minuspotential zur Codekontrollschaltung (Bild 6, D). Endet das MFC-Signal, klingt die Schwingung der Kreise vorerst (Bild 6, B) ungesteuert ab. Der Ladezustand bleibt noch etwa 5 ms erhalten, so daß die entsprechenden Ausgänge weiter Minuspotential senden. Nach einer vom Zeitglied bestimmten Verzögerung wird an Ader X Masse geschaltet. Das führt zum sofortigen Anschalten des Sperrsignals an die Signalempfänger, zum Rücksetzen der Ausgänge auf Massepotential und zum schlagartigen Abbau der Ladungen der Speicherkondensatoren sowie zur Blockierung der Schwingkreise. Der MFC-Empfänger ist erneut empfangsbereit.

### 4. Zusammenfassung

Tafel 1 zeigt Forderungen und Meßwerte. Das durch

- pegelabhängigen Frequenzgang
- zeitliche Steuerung der Auswertung und Pegelüberwachung
- selektiv gewonnene variable Vergleichspannungen
- Blockierung und Freigabe der Filter durch Bedämpfung
- zeitlich begrenzte Speicherung der Signalzustände
- gezielten Abbau gespeicherter Energie in MFC-Signalpausen

gekennzeichnete Konzept erfüllt die gestellten Forderungen. Im dynamischen Arbeitsbereich von + 3 dB bis — 30 dB/— 42 dB besteht Störfestigkeit für

- beliebige einfrequente bzw. MFC-ähnliche Signale $< 20$ ms
- Unterbrechungen im MFC-Signal $< 6$ ms
- Ausfall einer MFC-Frequenz nach Auswertung
- Pegeleinbrüche $< 6$ dB
- einen Abstand $> 13$ dB für störende Signalfrequenzen
- einer Trägerreststörung von — 15 dB
- MFC-Frequenzabweichung etwa 2 %.

NaA 9829

### Literatur


[1] CCITT: Recommendation Q 23; Signalling frequencies for push-button telephone sets. Yellow Book Vol. VI-Fascicle VI.1 Geneva: ITU 1981

[2] CCITT: Recommendation Q.310—Q. 490; Specification of Signalling System R1 and R2. Yellow Book Vol. VI-Fascicle VI.4. Geneva: ITU 1981

[3] Technische Lieferbedingungen der ATZ-KV, Ausgabe 3/86 VEB Fernmeldewerk Arnstadt

[4] *Borrmann, V.; Hortscht, K.-D.:* Einführung in das Koordinatenschaltersystem ATZ-K, Lehrbrief 1. Betriebsakademie VEB Fernmeldewerk Arnstadt

[5] *Link, U.:* Markierer, Informationsheft ATZ-K. VEB Fernmeldewerk Arnstadt

[6] *Eisenberg, W.; Gewis, M.:* Substitution von Filtern höherer Ordnung durch Einsatz von RAM-ROM-Automaten. Diplomarbeit Ingenieurhochschule Mittweida 1981

[7] DT; WP 244 267 4; Int. Cl.: H04Q 1/45; Mehrfrequenzempfänger. International Standard Electric Corp. New York. N.Y. (V. St. A) Erfinder: nicht genannt. Unionspriorität: 12. 9. 73 Niederlande

[8] DE; WP 294 867 6; Int. Cl.: H04Q 1/45 Detektor für Mehrfrequenzsignale Western Electric Co., Inc., New York, N. Y. (V. St. A.) Erfinder: *Hanson, R. L., Howell Township, N. J.* (V. St. A.) Unionspriorität: 7. 12. 78 V. St. v. Amerika


---


Dipl.-Ing. oec. *Hermann Deilert*, VEB Stern-Radio Rochlitz, Sternstraße 1, Rochlitz, 9290


# Sprachübertragung in einem paketvermittelnden Kommunikationstestsystem


**T. Eberle; D. Schröter, Dresden**

Mitteilung aus der Technischen Universität Dresden, Sektion Informationstechnik


Mit der Entwicklung der Telekommunikationstechnik haben zwei Vermittlungsverfahren praktische Bedeutung erlangt — die Durchschaltevermittlung und die Paketvermittlung. Sie unterscheiden sich wesentlich in der Effektivität der Nutzung der Übertragungskanäle zwischen den Netzknoten.

Die Durchschaltevermittlung ist aus den Erfordernissen des Fernsprechens hervorgegangen. Sie stellt im Ergebnis des Verbindungsaufbaus vollduplexfähige Kanäle zwischen wahlfreien Sender-Empfängerpaaren unabhängig davon bereit, ob diese auch Informationen austauschen. Auf belegte Bündel treffende Verbindungswünsche werden als Verlust abgewiesen.

Die Paketvermittlung hingegen bietet die Möglichkeit, speicherfähige, burstartig anfallende Informationsströme mit dynamischen Zugriffsverfahren auf Multiplexübertragungskanäle zu vermitteln. Damit ist es möglich, mit kurzen, in der interaktiven Datenkommunikation anfallenden Informationsströmen eine höhere Kanalauslastung zu erreichen als bei der Durchschaltevermittlung [1].

Die logischen Strukturen der Netzebene sind die Pakete. Ihre Verweildauer im Netz ist abhängig von der Intensität des von den Paket-DEE ausgehenden Forderungsstroms, der möglichen Bedienintensität der Knoten und der angestrebten Auslastung der Multiplexbündel. Datenpaketverluste treten nur bei Überlauf der endlichen Warteschlangen in den Knoten auf. Sie können durch Wiederholungsanforderungen ausgeglichen werden.

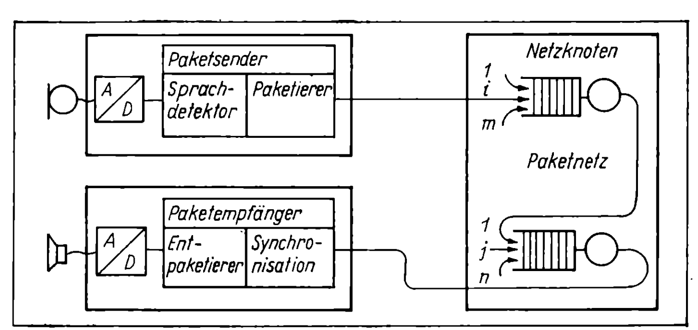
### 1. Probleme der Integration von Sprach- und Datenübertragung in einem Paketnetz

Die gegenwärtig vorliegenden Empfehlungen des CCITT der Serie I für ein Schmalband-ISDN gehen auch für den zukünftigen Bedarf an Telekommunikationsdiensten von einer Majorität des Fernsprechens aus. Deshalb stellt das ISDN transparent durchgeschaltete Kanäle zur Verfügung. Die international weite Verbreitung von Datenendgeräten mit paketorientierten Schnittstellen (X. 25) mit ihrer hohen Leistungsfähigkeit führt dazu, daß auch durch ein ISDN paketvermittelte Transportdienste anzubieten sind. Dadurch ergeben sich insbesondere im Teilnehmerzugang aufwendige Anpassungsmaßnahmen für die unterschiedlichen logischen und physikalischen Schnittstellen [2].

Welche Möglichkeiten gibt es, diese Schnittstellen auf der Basis eines für Sprach- und Nichtsprachdienste universell anwendbaren paketorientierten Transportdienstes (Bild 1) zu vereinheitlichen?

Die Zwischenspeicherung und Teilstreckenvermittlung über logische Kanäle, die die Flexibilität des Paketvermittlungsverfahrens bestimmen, führen zu einer Reihe von Problemen für die Sprach-

**Bild 1.** Sprachpaket-Netzkomponenten



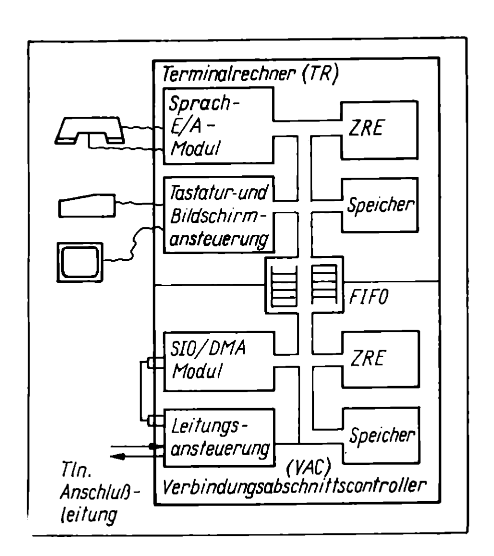
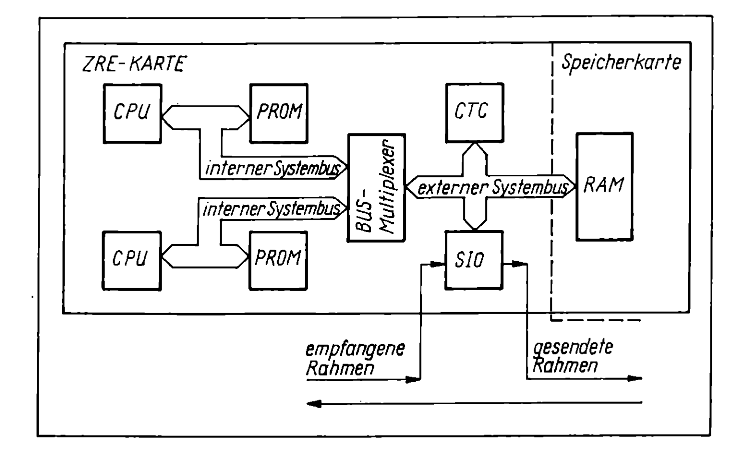



**Bild 2** Struktur der paketorientierten Kommunikationsterminals

paketierung. Deshalb sind zur Sprachübertragung in Paketnetzen eine Reihe von Lösungen notwendig, die die Durchschaltevermittlung nicht kennt:

- Die für das digitale Fernsprechen standardisierte PCM führt mit einem Informationsfluß von 64 kbit/s zu einer hohen Forderungsstromintensität. Es sind redundanzmindernde Signalformcodierungsverfahren einzusetzen, die durch eine Erhöhung des Gedächtnisumfangs der Codierung zu einer Verminderung des Informationsflusses am Ausgang des Sprachcodierers auf 32 oder 16 kbit/s führen.
- Die Paketvermittlung erlangt ihre volle Effizienz für burstartige Informationsströme. Das Erkennen von Ruheperioden in den Konversationsbeziehungen sowie Satz-, Wortgruppen- oder Wortpausen durch an die Codierungsverfahren angepaßte Sprachdetektoren führt zu einer um 50% reduzierten Forderungsstromintensität gegenüber nichtdetektierten Sprachinformationen.
- Der Transport von paketierten digitalisierten Sprachsignalen über das Netz erfordert hinsichtlich der für die Datenübertragung spezifizierten Protokolle der Verbindungsabschnitts- und Netzsteuerung eine Reihe von Modifikationen. Es ist keine Wiederholungsanforderung von gestörten oder verlorenen Strukturelementen möglich, da dadurch die Kontinuität des Sprachflusses gestört wird. Deshalb sind Regelmechanismen notwendig, die die Netzbelastung unterhalb eines Überlaufs der Warteschlangen halten. Sprachpakete sind priorisiert durch das Netz zu leiten.
- Die Sprachpakete erfahren eine längenabhängige Verweildauer im Netz. Für große Paketlängen wächst die Paketgenerierungsdauer und die Übertragungszeit über die Verbindungsabschnitte. Kurze Pakete führen anteilig einen höheren Beitrag an Steuerungsinformationen mit sich, die die Netzknoten stärker belasten. Dadurch erhöht sich ihre mittlere Verweildauer im Knoten. Diese Gesichtspunkte führen in Abhängigkeit von den konkreten Netzparametern zu einer optimalen Sprachpaketlänge.
- Die mittlere Verweildauer der Sprachpakete konstanter Länge in den Knoten ist von deren Belastungssituation abhängig. Durch die geringen Bestehenszeiten interaktiver Datenkommunikationsbeziehungen kann sich die Belastungssituation des Netzes während einer Sprachkommunikationsbeziehung mehrfach ändern. Das führt am Eingang des Sprachpaketempfängers zu neuen Typen von Verzerrungen, die neben den Codierungsverzerrungen existieren. Diese Pausenlängenänderungen und Sprachflußunterbrechungen sind durch die adaptive Wahl einer zusätzlichen Verzögerungszeit ausgleichbar. Es muß jedoch eine obere Verzögerungsschranke von 250 ms eingehalten werden.

**Bild 3.** Blockschaltbild des Netzverzögerungssimulators




Zur Gewinnung experimentell gesicherter Aussagen über die dargestellten Probleme und Lösungsansätze wurde ein Kommunikationstestsystem konzipiert und aufgebaut, das Elemente realer Verbindungsunterhaltung und der Simulation vereinigt.

## 2. Struktur und Komponenten des experimentellen Kommunikationstestsystems

### *2.1. Teilnehmerzugang*

Die Endeinrichtungen des Versuchsnetzes, die „Paketorientierten Kommunikationsterminals" (PKT) wurden auf der Basis des Mikroprozessorsystems U 880 realisiert. Von ihnen sind

- Protokollfunktionen
— Verbindungsabschnittssteuerung (Aufbau, Aufrechterhaltung, Abbau, Fehlersicherung)
— Netzebenenprozeduren (Verwaltung logischer Kanäle, Flußsteuerung ...)
- Sprachabtastung, -bewertung, -codierung, -pausenbehandlung
- Steuerung angeschlossener peripherer Geräte
- Anpassung von Datenraten und -formaten und
- der Nutzerdialog

auszuführen. Diese zum Teil sehr komplexen Aufgaben erfordern die Bereitstellung einer erheblichen Verarbeitungskapazität, die bei der zugrunde gelegten Bauelementebasis nur durch eine Mehrprozessor- bzw. Mehrrechneranordnung zu erreichen ist. In der gewählten Lösung werden die Prozeduren der Verbindungssteuerung und die Prozeduren der Netz- und der höheren Ebenen der Sprach- und Datenkommunikation in getrennten Hardwaremodulen abgearbeitet. Bei der Konzeption des Experimentalsystems wurde eine Mindest-Nutzdatenrate von 64 kbit/s für die Realisierung eines Terminalanschlusses zugrunde gelegt (notwendige Bandbreite für nichtredundanzgeminderte PCM-Sprachsignale). Der formatbedingte Overhead, der durch die Rahmen- und Paketbildung sowie durch Abwicklung von Steuerungsprozeduren entsteht, erfordert zusätzliche Übertragungskapazität. Mit der kürzesten vorgesehenen Sprachpaketlänge (32 Oktetts) ergibt sich eine Bitrate von etwa 78 kbit/s auf der Verbindungsabschnittsebene. Die Bereitstellung dieser Übertragungskapazität wird durch weitgehende Hardwareunterstützung (Ebene-2-Formatbildung und -Auswertung), DMA-Einsatz und vollständige Realisierung der Programme in Assemblersprache erreicht. Die Koppeleinheit zwischen Verbindungsabschnittscontroller (VAC) und Terminalrechner (TR) ist in Form eines speziell strukturierten gemeinsamen Speicherbereichs ausgeführt. Die in diesen Speicher eingetragenen Nachrichten (Pakete, Steuerinformationen) werden durch den jeweils sendenden Hardwaremodul vor einem möglichen Überschreiben geschützt und stehen anschließend dem anderen Modul zur Auswertung zur Verfügung. Für die Schnittstellenprozesse ist damit die Koppeleinheit ein kachelorientierter FIFO-Speicher (die Kachellänge ist an der max. Paketlänge orientiert).

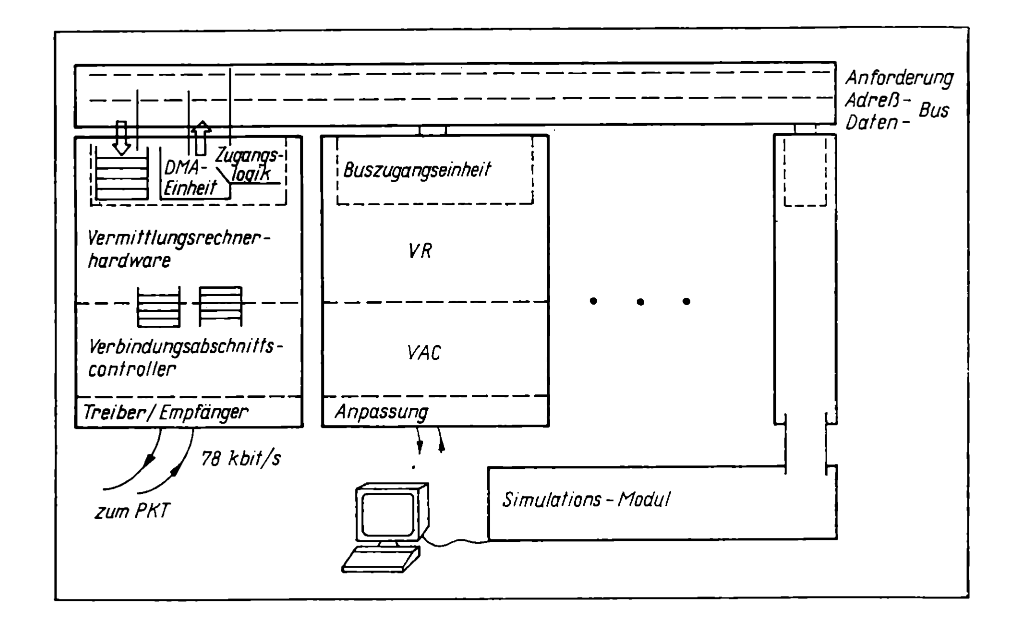
Der TR ist ein voll ausgebauter Mikrorechner mit entsprechender Peripherie und zusätzlicher Sprach-E/A-Baugruppe, bestehend aus Filter, Codec, Taktgenerator, Abtast- und Empfangsspeicher. Der auf ihm implementierte Software-Sprachdetektor dient dem Erkennen von Inaktivitätsperioden der Sprachkonversation, die zum dynamischen Multiplex mit speicherfähigen Datenströmen ausgenutzt werden. Die wichtigsten Sprachsignalparameter (Paketlänge, Detektionsschwelle) sind im Dialog mit dem Terminalrechner auf eine optimale Sprachqualität einstellbar.

### *2.2. Netzverzögerungssimulator*

Nach der Inbetriebnahme einer Zweipunktverbindung zwischen den realisierten Kommunikationsterminals und der Optimierung der Algorithmen zur Sprachsignalbehandlung, -paketierung und Sprachsignalrekonstruktion im Empfangsterminal erfolgte der Aufbau eines Netzsimulators, der — physisch in den Übertragungsweg eingeschleift — die in einem Paketnetz entstehenden variablen Nachrichtenlaufzeiten nachbildet.

Das Prinzip der Verzögerungseinfügung besteht darin, die aus

**Bild 4.** Paketvermittlungsknoten




Richtung einer Endeinrichtung empfangenen HDLC-Rahmen in einem Pufferspeicher zusammen mit gleichzeitig ermittelten Zeitangaben abzulegen, nach deren Ablauf die Rahmen aus dem Pufferspeicher unter Beibehaltung ihrer Reihenfolge wieder zum Aussenden in Richtung 2. Terminal bereitgestellt werden. Die Verzögerungswerte sind in einer Tafel enthalten, deren Häufigkeitswerte der Dichtefunktion einer Poisson-Verteilung entsprechen, jedoch auch mit einem Editor verändert werden können. Die Auswahl eines aktuellen Wertes erfolgt durch einen Pseudozufallsgenerator; es ist eine maximale Verzögerung von 256 ms programmierbar [3].

### *2.3. Paketvermittlungsknoten*

Für die aufzubauende Paketvermittlungseinrichtung stand die Forderung, eine hohe Flexibilität bei vertretbarem Aufwand im Hinblick auf den Testcharakter des Systems bereitzustellen. Neben den Aufgaben der Datenpaketvermittlung und entsprechender Protokollabwicklung sind durch den PK eine

- geringe Verzögerung von Sprachpaketen
- möglichst kleine Varianz der Paketverweilzeiten bei hohem Durchsatz

zu sichern und wünschenswerte zusätzliche Funktionen, wie

- Unterdrückungsalgorithmen von über festgelegte Grenzen hinaus verzögerten Sprachpaketen und
- fernsprechtypische Dienste (Konferenzschaltung u.ä.)

bereitzustellen.

Mit der im Bild 4 gezeigten dezentralen modularen Struktur des Paketvermittlungsknotens konnten diese Forderungen weitestgehend erfüllt werden.

In den Anschlußleitungsmodulen (ALM), die jeweils einem Terminal fest zugeordnet sind, finden sich die drei unteren Ebenen der OSI-Architektur wieder. Der mit einem Leitungsabschluß (Ebene 1) versehene VAC (Ebene 2) ist im wesentlichen mit dem des PKT identisch. Der Vermittlungsrechner bearbeitet die Paketebene der X. 25 (Ebene 3) und Vermittlungsaufgaben. Die Buszugangseinheit entlastet ihn vom Transfer der Paketinformationen über das Globalbussystem. Dessen Zuteilung an die ALM des Paketvermittlungsknotens (PK) erfolgt nach dem Prinzip der unabhängigen Anforderung und dezentralen Zuteilung — es existieren somit keine zentralen Steuerungskomponenten. Wegen der geringen Ausbaustufe des Experimentalnetzes wurde ein Simulationsmodul in den PK integriert, der den Verkehr von bis zu 30 weiteren aktiven Sprachverbindungen durch stochastische Belegungen des Globalbussystems nachbildet. Von ihm können zusätzlich Nachrichten an die ALM generiert und administrative Funktionen übernommen werden (ALM-Aktivitätsmessung).

Zur Ermittlung der Knotenverweilzeiten wurden die VAC durch Hard- und Softwarekomponenten zur Zeitmessung ergänzt. Im PK eintreffende Rahmen werden mit einer Zeitinformation versehen, die nach Sendung des entsprechenden Rahmens durch den abgehenden ALM einer Auswertung zur Verfügung steht. Zusammen mit den in den Terminals implementierten Varianten der Zeitmessung (für z.B. Gesamtumlaufverzögerungen) sind damit genügend detaillierte Untersuchungen zum Systemverhalten durchführbar, deren Ergebnisse in einem weiteren Beitrag vorgestellt werden sollen.

### 3. Zusammenfassung

Durch den ausschließlichen Einsatz von Prozessoren der Verarbeitungsbreite 8 bit in den Netzsteuerungskomponenten ist eine derartig hohe Qualität der Sprachsignalübertragung, wie sie von digitalen Durchschaltevermittlungssystemen bekannt ist, nicht erreichbar. Vielmehr werden durch diesen Versuchsaufbau mit seinen wenigen Komponenten Eindrücke von den Problemen der Sprachintegration in flächendeckende Paketnetze wirkungsvoll sichtbar.

NaA 9901

### Literatur


[1] *Eberle, Th.; Möbius, K.:* Kommunikationssystem für paketvermittelte Sprach- und Datenübertragung. Nachrichtentech., Elektron., 35 (1985) 2, S. 49–50

[2] Diensteintegrierte Digitale Netze (ISDN). Informationsheft des Instituts für Post- und Fernmeldewesen, Berlin 985, Heft 321 a,b, c

[3] *Lustig, D.:* Programmsystem für die intelligente Datenendstation. Diplomarbeit Technische Universität Dresden, Sektion Informationstechnik, 1986



Dipl.-Ing. *Thomas Eberle*, Dipl.-Ing. *Dirk Schröter*, Technische Universität Dresden, Sektion Informationstechnik, Mommsenstr. 13, Dresden, 8027


## Berichtigung

Im Heft 7, S. 263 (Beitrag von *S. Martius*, NaA 9742) muß es in Tafel 3 richtig heißen:

$$C_N = C_{11}{}^A + C_{22}{}^A + 2\sqrt{C_{11}{}^A\, C_{22}{}^A - \mathrm{Im}^2\,(C_{12}{}^A)}$$

$$|\varrho_0|^2 = \frac{C_{11}{}^A + C_{22}{}^A - 2\sqrt{C_{11}{}^A\, C_{22}{}^A - \mathrm{Im}^2\,(C_{12}{}^A)}}{C_{11}{}^A + C_{22}{}^A + 2\sqrt{C_{11}{}^A\, C_{22}{}^A - \mathrm{Im}^2\,(C_{12}{}^A)}}$$

$$\varphi_0 = \arctan\left(\frac{-2\,\mathrm{Im}\,(C_{12}{}^A)}{C_{11}{}^A - C_{22}{}^A}\right);\ -\pi \leqq \varphi_0 \leqq \pi\,.$$

(Red.)

# Einige Bemerkungen zu besonderen Effekten und Modellen der Dotandendiffusion im Silizium

**K. Maser, Kleinmachnow**

Mitteilung aus dem VEB Mikroelektronik „Karl Liebknecht" Stahnsdorf

Obwohl seit etwa 30 Jahren die Dotandendiffusion im Silizium zu den grundlegenden Verfahren der modernen Halbleitertechnologie gehört und sie hierbei auch bis in die absehbare Zukunft hinein ihre unverzichtbare Position behaupten wird, so bestehen dennoch in vielen Fällen manche Unklarheiten über den physikalischen Prozeß. Das stark streuende Spektrum der in der Literatur angegebenen Diffusionskonstanten der technologisch relevanten Dotierungselemente ist nicht allein auf Meßfehler zurückzuführen, sondern oftmals vor allem auf eine unzureichende Interpretation der experimentellen Ergebnisse, wodurch eine Übertragung auf andere Bedingungen häufig nicht möglich ist.
Die wesentliche Ursache für diese Diskrepanz besteht im veränderten Verständnis für den Dotandentransport in der Matrix. So wird in der älteren Literatur für den Diffusionsvorgang im Festkörper uneingeschränkt das *Fick*sche Gesetz vorausgesetzt. Dagegen werden bei den jüngeren Untersuchungen einige besondere Effekte experimentell belegt, die von dieser klassischen Prämisse deutlich abweichen. Da die Diskussion über die verschiedenen Diffusionsmodelle, ihre Bedingungen, Voraussetzungen und Gültigkeitsbereiche gegenwärtig noch andauert, soll der vorliegende Artikel in kurzer Form einige Besonderheiten und Grundzüge erläutern.

## 1. Das Ficksche Gesetz und Einsteins Diffusionsmodell

Das „Grundgesetz für den Diffusionsstrom ... in bezug auf die Verbreitung eines im Wasser löslichen Salzes" wurde 1855 von *Fick* formuliert, wobei in Analogie zur Wärmeleitung und zum Ohmschen Gesetz die Partikelflußdichte $F$ durch den Gradienten der Diffusandenkonzentration $C$ nach

$$F = -\mathrm{D} \cdot \partial C / \partial x \tag{1}$$

(eindimensional betrachtet, $x$ Ortskoordinate mit zeitinvariantem Ursprung) angetrieben wird und *Fick* den Faktor D als Diffusionskonstante versteht [1]. Die erstmalige theoretische Begründung für die von *Fick* experimentell ermittelten Ergebnisse beruht auf *Einstein* und beschränkt sich ebenfalls auf die „Bewegung von in einer Flüssigkeit suspendierten Teilchen" [2]. Die entscheidende Voraussetzung für diese Betrachtung ist die Symmetrieforderung

$$P(+X) = P(-X) \tag{2}$$

für die Platzwechselwahrscheinlichkeit $P$ der Dotanden mit der Wegstrecke (Sprungweite) $X$. Durch diese Bedingung ergibt sich schließlich die zeitliche Veränderung der Dotandenkonzentration zu

$$\partial C / \partial t = \mathrm{D} \cdot \partial^2 C / \partial x^2, \tag{3}$$

wobei *Einstein* den Diffusionskoeffizienten D als Quotient

$$\mathrm{D} = \langle x^2 \rangle / 2\,\tau \tag{4}$$

versteht, der bei hinreichend kleinen Zeitspannen einen konstanten Grenzwert anstrebt. Im heutigen Sprachgebrauch bezeichnet (1) das 1., und (3) das 2. *Fick*sche Gesetz. Da die Dotanden als unvergänglich betrachtet werden, gilt für den Diffusionsvorgang generell die Kontinuitätsgleichung

$$\partial C / \partial t = -\partial F / \partial x. \tag{5}$$

Aus ihr ergibt sich mit (1) unter der Bedingung D = constant direkt die Relation (3), weshalb (1) oft — etwas vereinfacht — als das *Fick*sche Gesetz angesehen wird. Aus der Kontinuitätsgleichung ergibt sich ferner, daß *Einsteins* mathematische Behandlung ohnehin jeden variablen Diffusionskoeffizienten ausschließt.

## 2. Besondere Effekte der Dotandendiffusion

Verschiedene experimentelle Untersuchungen zeigen, daß die Dotandendiffusion im Festkörper wesentlich durch Kristalldefekte der Matrix beeinflußt wird. Dabei werden diese Abweichungen von der idealen Gitterstruktur sowohl durch fremde Prozesse als auch durch den eigenen Diffusionsvorgang bedingt. Als prozeßinduzierte Punktdefekte kommen hierfür diejenigen Vakanzen und Eigen-Zwischengitteratome in Betracht, die auf lokal beschränkte Ursachen zurückzuführen und daher in der Matrix inhomogen verteilt sind, so daß dadurch die Dotandendiffusion ungleichförmig modifiziert wird. Zu diesen Besonderheiten gehören die folgenden empirischen Befunde.

### *2.1. Der Emitter-Dip-Effekt (Emitter-push-out-Effekt)*

Während der nachfolgenden Phosphordiffusion dringt die Bor-Basiszone unterhalb des Phosphor-Emittergebiets tiefer in den Si-Kristall hinein als die restliche Basiszone.

### *2.2. Der Fernwirkungseffekt*

Unterhalb der äußeren Phosphordiffusionszone, die im letzten Prozeß entsteht, dringt die innere Phosphordiffusionszone tiefer in den Si-Kristall hinein als ihr restlicher Teil, wobei die innere und die äußere Zone durch eine undotierte Epitaxieschicht voneinander getrennt sind, die auch nach dem abschließenden Diffusionsprozeß frei von Versetzungen ist.

### *2.3. Die Isokonzentrations-Diffusion*

Die Dotandendiffusion befolgt das *Fick*sche Gesetz mit D = const nur, wenn sie innerhalb des Konzentrationsplateaus einer vordem erzeugten, primären Diffusionszone mit gleicher Oberflächenkonzentration (daher ihr Name) erfolgt. Ohne diese primäre Zone ist das Diffusionsprofil steiler ausgebildet (geringere Diffusionstiefe) und zeigt nicht*fick*sches Verhalten. Die Untersuchungen beruhen auf Traceranalysen.

### *2.4. Durch Oxidation beschleunigte bzw. verzögerte Diffusion*

Die thermische Oxidation führt bei Temperaturen unterhalb 1135 °C zur beschleunigten (OEC oxidation enhanced diffusion), dagegen oberhalb 1135 °C zur verzögerten (ORD oxidation retarded diffusion) Phosphordiffusion im Silizium gegenüber den durch eine $Si_3N_4$- und $SiO_2$-Schicht maskierten Gebieten. Im maskierten Gebiet gehorcht die Phosphordiffusion dem *Fick*schen Gesetz mit der von *Ghoshtagore* ermittelten Diffusionskonstanten (Eigenleitungsdiffusion unter inertem Gas aus eingebetteten Epitaxieschichten, wodurch nur die reine, ungestörte Diffusion gilt, mit dem kleinsten D-Wert der Literatur, für den *fick*sches Verhalten nachgewiesen ist).

### *2.5. Die Bergauf-Diffusion des Phosphors im Silizium*

Bei der Tiefendiffusion des Phosphors im Silizium unter oxidierenden Bedingungen bei 1250 °C aus ebenfalls bei 1250 °C im Kristall gebildeten Diffusionszonen bleibt die im Si-Kristall insgesamt enthaltene Phosphormenge zeitunabhängig erhalten. Demgegenüber erfolgt in größeren Tiefen für die unterhalb der betrachteten Ebene integrierte Dotandenmenge eine zeitliche Verarmung, die einer Bergauf-Diffusion entspricht und im Widerspruch zum *Fick*schen Gesetz steht, das ein zeitliches Wachstum erwarten läßt. Die Untersuchungen beruhen auf Neutronenaktivierungsanalysen und sind frei von modellhaften Voraussetzungen [13].

## 3. Nichtficksche Diffusionsmodelle

Da das *Fick*sche Gesetz mit ortsunabhängigem Diffusionskoeffizienten an *Einsteins* Symmetriebedingung der Dotandensprünge gebunden ist, die im Festkörper nur durch homogen verteilte Matrixdefekte realisiert werden kann, stellt sich angesichts der ungleichförmig angeordneten, prozeßinduzierten Gitterstörungen die Frage, wie dadurch die Dotandendiffusion modifiziert wird. Dabei besteht für viele Dotanden ein dualer Diffusionsmechanismus, so daß sie Gitter- und Zwischengitterplätze besetzen. Um die Grundzüge zu verdeutlichen, beschränken sich die folgenden ausgewählten Modelle nur auf die Diffusion über Vakanzen.

### *3.1. Waskins Dotandenflußrelation*

*Waskins* Dotandenflußrelation berücksichtigt den Einfluß der-

Vakanzenkonzentration $\beta$ und ihres Gradienten $\beta'$ auf den Dotandenfluß $F$ in der Form

$$F = \mathrm{D}\,(-\beta C' + \beta' C), \tag{6}$$

wobei der Faktor D ohne Erläuterungen angegeben ist. Für die exakte Betrachtung ist jedoch D durch $(\mathrm{D}_0/\beta_0)$ zu ersetzen, womit die Diffusionskonstante und die Vakanzenkonzentration beim ungestörten thermodynamischen Gleichgewicht gemeint sind.

### *3.2. Die allgemeine Relation für den Dotandentransport*

Der einfache Vakanzenmechanismus führt für den Transport der Dotanden durch Diffusion und Drift auf die Gleichung

$$F = (\mathrm{D}_0/\beta_0) \cdot [-\beta C' + \beta' C + (qE/kT) \cdot \beta C], \tag{7}$$

aus der sich durch entsprechende Vereinfachunfien das *Fick*sche Gesetz und *Waskins* Relation deduzieren lassen. Wesentliche Voraussetzung dabei ist die Bedingung, daß das Energiespektrum der bevorzugten Dotanden (das sind diejenigen Dotanden, die sich im Einflußbereich der Vakanzen der Nachbarebene befinden und daher für den Transportvorgang in Betracht kommen, während die allseitig von Wirtsgitteratomen eingeschlossenen Dotanden ihre Plätze nicht wechseln) trotz der Gitterdeformation unverändert bleibt. Ist jedoch diese einschränkende Prämisse nicht erfüllt, dann gilt für den Dotandenfluß $F$ allgemein die Relation

$$F/\alpha^2\mathrm{K} = -\beta\gamma C' - \beta\gamma' C + \beta'\gamma C + \beta\gamma C \cdot (qE/\mathrm{k}T). \tag{8}$$

Darin bedeuten:

K Dotanden — Vakanzen — Nachbarschaftskonstante; $q$ Ladung des Dotandenions; $E$ elektrische Feldstärke (Betrag); k Boltzmann – Konstante; $T$ absolute Temperatur; $\alpha$ senkrechter Abstand der Gitterebenen (= const); $\gamma$ Schwingungsrate der Dotanden, identisch der Wahrscheinlichkeit, mit der ein bevorzugter Dotand je Zeiteinheit die Vakanz der Nachbarebene besetzt, identisch der Anzahl der energiereichen Schwingungen je Zeiteinheit eines bevorzugten Dotanden beim Platzwechselprozeß, jedoch nicht identisch der Dotandensprungfrequenz [11] [12].

### *3.3. Das Modell von Bakeman und Borrego*

Das Modell von *Bakeman* und *Borrego* berücksichtigt nur die vakanzenabhängige Verteilung des von einer Gitterebene insgesamt ausgehenden Dotandenflusses $F_G$ auf die beiden Nachbarebenen, wobei die Relation

$$F_G = \alpha \cdot \Gamma \cdot C \tag{9}$$

mit der wesentlichen, einschränkenden Voraussetzung der unveränderlichen Sprungfrequenz $\Gamma$ gilt. Setzt man für die Sprungfrequenz statt $\Gamma = \text{const}$ vielmehr die ortsabhängige Funktion $g = g\,(x)$ an, so ergibt sich aus dem Vakanzenmodell allgemein

$$g\,(x) = 2\,\mathrm{K} \cdot \beta\,(x) \cdot \gamma\,(x), \tag{10}$$

wonach angesichts der inhomogenen Vakanzenverteilung das Modell mit $g\,(x) \equiv \Gamma = \text{const}$ inkonsistent ist.

### *3.4. Das gegenüber Bakeman und Borrego erweiterte Modell*

Das gegenüber *Bakeman* und *Borrego* erweiterte Modell schließt eine variable Sprungfrequenz $g\,(x)$ ein und ergibt unter Berücksichtigung der Driftkomponente den Dotandenfluß allgemein zu

$$F = -\frac{\alpha^2}{2} \cdot \frac{\partial\,(gC)}{\partial x} + \frac{\alpha^2 gC}{\beta} \cdot \frac{\partial \beta}{\partial x} + \frac{\alpha^2 gC}{2} \cdot \frac{qE}{\mathrm{k}T}, \tag{11}$$

der sich mit (10) in die Relation (8) überführen läßt.

### *3.5. Die nichtficksche Dotandenflußrelation*

Die nichtficksche Dotandenflußrelation beruht auf der Annahme, daß die Vakanzenkonzentration $\beta$ und die Sprungfrequenz $g$ durch Gitterspannungen und -deformationen modifiziert werden, die wiederum von $C$ und $C'$ abhängen, womit formal die Ansätze

$$\beta = \beta\,(C, C') \tag{12}$$

und

$$g = g\,(C, C') \tag{13}$$

gelten. Mit ihnen ergibt sich schließlich aus (11) die nicht*fick*sche Dotandenflußrelation

$$F = -\mathrm{A} \cdot C' + \mathrm{B} \cdot C'', \tag{14}$$

wobei die beiden Diffusionskoeffizienten $\mathrm{A} = \mathrm{A}\,(C, C')$ und $\mathrm{B} = \mathrm{B}\,(C, C')$ verschiedene Abkürzungen zusammenfassen. Die Gleichung (14) wurde empirisch bei der Phosphordiffusion im Silizium für 1250 °C bestätigt [10].

## 4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Die wesentliche Ursache für die Abweichungen der Dotandendiffusion vom *Fick*schen Gesetz ist in den prozeßinduzierten, inhomogen verteilten Gitterdefekten begründet, wobei verschiedene Zusammenhänge und Wirkungsweisen bestehen.

TEM-Untersuchungen machen für den Emitter-Dip-Effekt die Übersättigung mit Eigen-Zwischengitteratomen verantwortlich und widerlegen die ältere These vom Vakanzenüberschuß [3]. Da die thermische Oxidation des Siliziums stets unvollständig verläuft, werden die nichtoxidierten Matrixatome auf Zwischengitterplätze verdrängt, wobei deren Konzentrationsverteilung inhomogen erfolgt und *Hu* hierfür das *Fick*sche Gesetz voraussetzt [4]. Für den dualen Diffusionsmechanismus der Dotanden bedeutet dies eine notwendige Korrektur des *Fick*schen Gesetzes, die jedoch in [4] unbeachtet bleibt. Andere Erwägungen machen bei der Phosphordiffusion im Si-Kristall für die Vakanzengeneration die P-Si-Paarbildung auf Gitterplätzen verantwortlich [5] [6]. Analoge Effekte der Komplexbildung und Leerstellenentstehung sind von den Diffusionsprozessen einiger Metallsysteme her bekannt [7].

In einem vollkommen neuartigen Modell der Bordiffusion im Silizium liegt die interstitielle (Zwischengitter-) Komponente der Dotanden in einem neutralen ($\mathrm{B_i}$) und einfach ionisierten Zustand ($\mathrm{B_i^-}$) vor, wobei beide Spezies als entsprechende Komplexe durch verschiedene Reaktionen eines neutralen Eigen-Zwischengitteratoms (self-interstitial, I) mit einem $\mathrm{B^-}$-Ion in den Formen (BI) und $(\mathrm{BI})^-$ entstehen. Zusammen mit der substitutionellen Komponente des dualen Mechanismus, die über Vakanzen diffundiert, wird die Bordiffusion somit durch die Anteile $\mathrm{B_s}$, $\mathrm{B_i}$ und $\mathrm{B_i^-}$ getragen. Analoge Betrachtungen gelten ebenfalls für die Phosphordiffusion. Mit den weiteren Annahmen für ein Gleichgewicht zwischen den Vakanzen und Eigen-Zwischengitteratomen sowie für den Eigen-Zwischengitter-Fluß beschreibt das Gleichungssystem die experimentellen Ergebnisse für $\mathrm{D} = \mathrm{D}\,(C)$ wesentlich besser als ein älteres Standardmodell [8] [9].

Da angesichts der vielen Ursachen der Defektgeneration sowie die unterschiedlichen Wirkungsweisen auf die Dotandendiffusion oft nicht im voraus der wesentliche Zusammenhang angegeben werden kann, ist das Finden der zutreffenden Beziehungen und Bedingungen des Transportprozesses nur empirisch dadurch möglich, daß die $F$-Werte und die anderen Parameter modellfrei ermittelt werden, wozu entsprechend umfangreiche und zeitlich gestaffelte Versuchsreihen erforderlich sind, eine Notwendigkeit, die bislang nur sehr selten berücksichtigt worden ist.

NaA 9843

## Literatur


[1] *Fick, A.:* Über Diffusion. Annal. Phys. u. Chemie (Poggendorf) 24 (1855) 1, S. 59–86
[2] *Einstein, A.:* Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen. Annal. Physik 17 (1905) 3, S. 549–560
[3] *Strunk, H.; Gösele, U.; Kolbesen, B. O.:* Interstitial supersaturation near phosphorus – diffused emitter zones in silicon. Appl. Phys. Lett. 34 (1979) 8, S. 530–532
[4] *Hu, S. M.:* Kinetics of interstitial supersaturation and enhanced diffusion in short – time/low – temperature oxidation of silicon. J. Appl. Phys. 57 (1985) 10, S. 4527–4532
[5] *Hu, S. M.; Fahey, P.; Dutton, R. W.:* On models of phosphorus diffusion in silicon. J. Appl. Phys. 54 (1983) 12, S. 6912–6922
[6] *Maser, K.:* Persönliche Mitteilung von *S. M. Hu*
[7] *Heumann, Th.:* Zur Frage der linearen Abhängigkeit der normierten Diffusionskoeffizienten von der normierten Leerstellenkonzentration in binären fcc Substitutionsmischkristallen. Zschr. f. Metallkd. 77 (1986) 5, S. 274–277
[8] *Morehead, F. F.; Lever, R. F.:* Enhanced „tail" diffusion of phosphorus and boron in silicon: Self – interstitial phenomena. Appl. Phys. Lett. 48 (1986) 2, S. 151–153
[9] *Morehead, F. F.; Lever, R. F.:* A new model of tail diffusion of phosphorus and boron in silicon. Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 52 (1986), S. 49–56
[10] *Maser, K.:* Beitrag zur Phosphordiffusion im Silizium. Diss. A, Techn. Hochschule Karl-Marx-Stadt 1981
[11] *Maser, K.:* Der Einfluß der Vakanzenverteilung auf die Dotandendiffusion und -drift im Silizium. Wissenschaftliche Arbeiten der Ingenieurhochschule Mittweida (1986) 3, S. 52–84
[12] *Maser, K.:* Dotandendiffusion und -drift im Silizium mit inhomogenen verteilten Vakanzen. Exper. Techn. Physik 34 (1986) 3, S. 213–225
[13] *Maser, K.:* Bergauf-Diffusion des Phosphors im Silizium. Annal. Physik, voraussichtlich (1988) 2



Dr.-Ing. *Karl Maser;* VEB Mikroelektronik „Karl Liebknecht" Stahnsdorf, Ruhlsdorfer Weg, Stahnsdorf, 1533

# Rechnergestützte Reparatur von Speicherschaltkreisen

**H. Steinführer; R. Köstner, KDT, Mittweida**

Mitteilung aus der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik

In engem Zusammenhang mit der zunehmenden Vervollkommnung der MOS-Technologie haben sich Speicherschaltkreise einen führenden Platz auf dem IC-Markt erobert. Ihre maximalen Speicherkapazitäten lagen 1980 bei 64 kbit, betragen gegenwärtig 1 Mbit und werden 1990 bei 4 Mbit angelangt sein.

Das damit verbundene starke Ansteigen von Integrationsgrad und Chipfläche hat zur Folge, daß die Chipausbeuten bei Produktionsbeginn unter 10% sinken und große Anstrengungen für die Ausbeuteverbesserung unternommen werden müssen. Dafür bestehen zwei prinzipielle Möglichkeiten:

- Verbesserungen im technologischen Bereich durch Senkung der Defektdichten des Ausgangsmaterials und Reduzierung der Strukturabmessungen sowie Einsatz von leistungsfähigeren Lithografie- und Dotierungsverfahren.
- Veränderungen im konzeptionellen Bereich durch Einsatz von redundanten Schaltungsstrukturen, die im Bedarfsfall eine Reparatur des Chips durch Umschalten von einzelnen defekten Schaltungsteilen auf Ersatzelemente ermöglichen.

Nachfolgend werden solche Reparaturmöglichkeiten für Speicherschaltkreise behandelt. Ihre Nutzung gewährleistet insbesondere bei Produktionsbeginn eine wesentliche Erhöhung der Chipausbeute [1] bis [5].

## 1. Ausfallursachen

Die Speicherreparatur ist für statische und dynamische Speicher aktuell. Im folgenden wird als Beispiel ein statischer RAM betrachtet und daran werden die möglichen Ausfallursachen aufgezeigt. Der Aufbau des RAM ist im Bild 1 dargestellt.

Entsprechend den drei Funktionsgruppen Speichermatrix, Adreßdecoder und Randelektronik sind folgende Ausfallursachen zu unterscheiden [6] [7]:

- Speichermatrixfehler: Sie treten auf, wenn einzelne Speicherzellen Kurzschlüsse haben und diese Zellen dann feste, nicht änderbare Informationszustände einnehmen (stuck-at-0, stuck-at-1). Weitere, meist weniger intensiv wirkende Fehler (Leckströme), können durch Schichtdefekte im Zellenaufbau verursacht werden. Das dynamische Verhalten der Speichermatrix wird oft durch kapazitive Verkopplungen einzelner Speicherzellen über die Bitleitungen gestört.
- Adreßdecoderfehler: Sie treten auf, wenn Elemente des Adreßdecoders Kurzschlüsse aufweisen. Der fehlerhafte Decoder ist dann nicht in der Lage, eine bestimmte Speicherzelle zu aktivieren, d.h., daß die Zelle entweder nicht angesprochen wird oder eine Vielzahl von Zellen gleichzeitig aktiviert werden.
- Randelektronikfehler: Sie treten auf, wenn Elemente der Leseverstärker, der Bitleitungsvorladung sowie der Datenein- und -ausgangsstufen Kurzschlüsse aufweisen. Weitere Ursachen können in Unterbrechungen der Verbindungen zu den Speicherzellen bestehen (Bitleitungsabriß).

In Tafel 1 sind die genannten Fehler, nach Erscheinung und Ursachen gegliedert, dargestellt.

Schichtdefekte im Speicherzellenaufbau haben meist langsam ablaufende elektrische Veränderungen zur Folge, die mit Testern in der Zwischenprüfung oft nicht erkannt werden.

## 2. Ersatzelemente

Prinzipiell könnten für alle im Bild 1 dargestellten Funktionsgruppen eines Speicherschaltkreises Ersatzelemente vorgesehen werden. Das wäre jedoch sehr aufwendig, und man trifft daher eine Auswahl auf der Grundlage der Wahrscheinlichkeiten der Ausfälle der Gruppen [8] [9].

Funktionsgruppen mit einem sehr großen Flächenanteil — so beansprucht z.B. die Speichermatrix etwa 60% der Chipfläche — sind durch hohe Ausfallwahrscheinlichkeiten gekennzeichnet.

Struktureinheiten mit geringem Flächenbedarf, wie beispielsweise die Randelektronik, haben demgegenüber relativ niedrige Ausfallwahrscheinlichkeiten.

Auf Grund dieses Sachverhalts konzentrieren sich fast alle Hersteller von Speicherschaltkreisen bei der Auswahl von Ersatzelementen auf die Speichermatrix. Als ökonomisch günstig wird

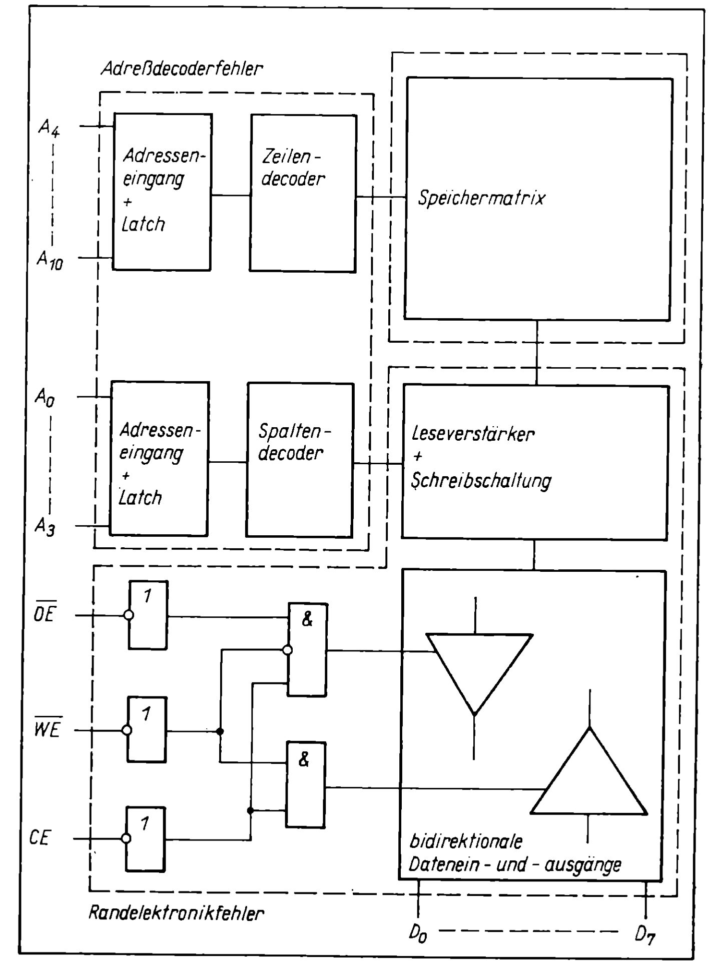



**Bild 1.** Aufbau eines statischen RAM

**Tafel 1.** Fehler in Speicherschaltkreisen

| | statisch | dynamisch | |
|---|---|---|---|
| Erscheinung | stuck-at-0<br>stuck-at-1 | Übersprechen | Datenverlust |
| Ursache | Kurzschlüsse in Speicherzellen, Wort- und Bitleitungen, Decoder, Multiplexer, Treiber | Kopplung zwischen Speicherzellen, Leseverstärker, Decoder, Multiplexer, Treiber | Schichtdefekte im Speicherzellenaufbau; α-Strahlung |

der Austausch ganzer Zeilen und Spalten der Matrix angesehen. So können alle an einer Wortleitung (Zeile) liegenden $n$ Speicherzellen gegen eine Ersatzzeile ausgetauscht werden (Wort- oder Zeilenredundanz). Ebenso können die an einer Bitleitung (Spalte) angeschlossenen $m$ Speicherzellen gegen eine Ersatzspalte ausgetauscht werden (Spaltenredundanz). Auch eine Kombination beider Varianten ist möglich (Bild 2).

Die gewählten Anordnungen ermöglichen die Beseitigung von Einzel- und Mehrfachbitfehlern sowie die Reparatur von einfachen Decoderfehlern auf niederwertigen Adressen. Durch eine Optimierung bezüglich Chipfläche, Anzahl und Anordnung der Ersatzelemente erhält man typische Strukturen reparaturfähiger Halbleiterspeicher. Der zusätzliche Chipflächenbedarf für die Ersatzelemente liegt bei 5 bis 10%.

Die Reparatur erfolgt durch das Abtrennen der fehlerhaften Speicherzellen und das Zuschalten der entsprechenden Ersatzelemente. Dazu dienen auf dem Chip angeordnete Programmierungselemente (PE), auch als „fuse“ bzw. „fusible link“ bezeichnet. Darunter versteht man einmal benutzbare Ein- oder Ausschalter. Sie werden

3 Ersatzzeilen | 127 | 3 Ersatzzeilen | 1/2 Speichermatrix | Zeilendecoder | 1/2 Speichermatrix | 0 | 64 Spalten- 127 | 0 decoder 63

2 Ersatzspalten | 2 Ersatzspalten | 1/4 Speichermatrix | 2 Ersatzzeilen | Spaltendecoder | 1/4 Speichermatrix | 2 Ersatzzeilen | Zeilendecoder | 1/4 Speichermatrix | 2 Ersatzzeilen | Spaltendecoder | 1/4 Speichermatrix | 2 Ersatzzeilen | 2 Ersatzspalten | 2 Ersatzspalten

Intel 2167 Intel 2164

**Bild 2.** Anordnung der Ersatzelemente in der Speichermatrix [10]

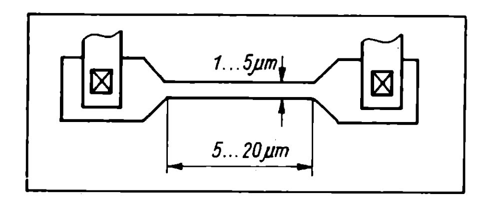
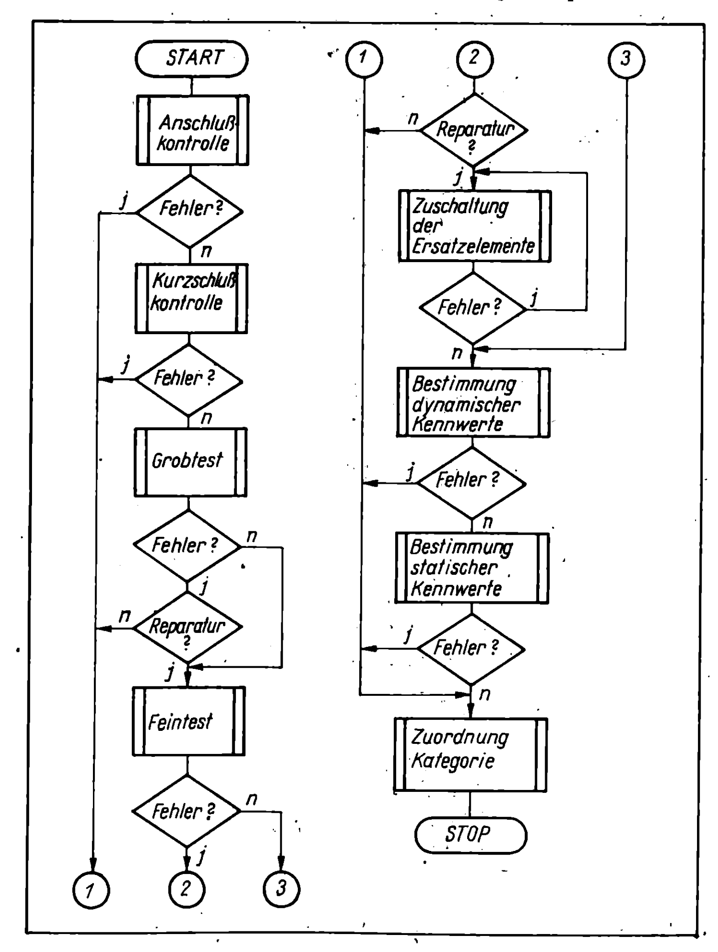



**Bild 3** Programmierungs-element

**Bild 4.** Programmablauf bei der rechnergestützten Prüfung und Reparatur




durch Stromimpulse oder Laserstrahlen geschaltet bzw. programmiert (Bild 3). Als Material für die Programmierungselemente wird Al, NiCr, MoSi, $TaSi_2$ u.a. angewendet. Weitere Eigenschaften der Programmierungselemente sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Die Programmierungselemente schalten meist nicht unmittelbar die defekten Zellen bzw. Ersatzelemente [10].

Bei einer Reparatur mit Laser kann das Abschalten der fehlerbehafteten Speicherzellen direkt durch Trennen der Fuse erfolgen. Für das Zuschalten der Ersatzelemente hingegen sind zwei Schritte notwendig:

- Aktivieren der Ersatzzeile oder -spalte durch Auftrennen eines Kurzschlusses (fuse) in einer die Wort- bzw. Bitleistung schaltenden speziellen Logik
- Übertragen der Adresse der fehlerhaften Speicherzeile oder -spalte in den Ersatzzeilen- oder -spaltendecoder.

### 3. Rechnergestützte Reparatur

Die Reparatur erfolgt im Zusammenhang mit der Chipprüfung. Dazu ist es notwendig, die normalen Speichertester [11] hard- und softwaremäßig zu ergänzen. Es sind ein Fehlerbildspeicher und eine Anzahl spezifischer Register zur Fehlererfassung und Berechnung erforderlich [12]. Im Fehlerbildspeicher wird während der Prüfung des jeweiligen Speicherchips ein aktuelles Abbild der Speichermatrix geschaffen und daraus die erforderlichen Reparaturmaßnahmen berechnet.

Im Bild 4 ist der Programmablaufplan zur Prüfung und Reparatur von Speicherchips dargestellt; er charakterisiert die Reparaturstrategie.

Zunächst wird die bei allen Testern übliche Anschlußkontrolle durchgeführt. Anschließend wird geprüft, ob zwischen den Bondinseln des Chips Kurzschlüsse auftreten. Nach erfolgreichem Absolvieren beider Tests wird mit der eigentlichen Speicherprüfung begonnen.

Der Grobtest soll die Schreib-/Lesbarkeit der Speicherzellen nachweisen. Das geschieht mit Hilfe von Funktionstests. Dabei wird in Abhängigkeit von ausgewählten Datenmustern und der Adressenregenerierung sowie der Betriebsspannung und den Zeitbedingungen geprüft, ob das zu lesende Datenwort der Speichermatrix mit dem rechnerinternen Datenwort auf der gegebenen Adresse übereinstimmt. Bei einer Abweichung wird eine Markierung der Adresse der fehlerhaften Zelle im Fehlerbildspeicher vorgenommen. Die so ermittelte Fehleranzahl kann nun mit der Anzahl und Anordnung der verfügbaren Ersatzelemente verglichen und über die Reparaturmöglichkeit entschieden werden.

Der anschließende Feintest bestätigt die ermittelten Fehler. Durch eine Veränderung der zeitlichen Bedingungen beim Adressenzugriff können noch solche Speicherzellen ermittelt werden, die durch fehlerhaftes dynamisches Verhalten gekennzeichnet sind. Durch diese hinzukommenden dynamischen Fehler kann die Anzahl der fehlerhaften Zellen so groß werden, daß eine Reparatur des Chips nicht mehr möglich wird. Im Mittel sinkt so die Anzahl der im Grobtest als reparierbar erkannten Chips durch die zusätzlichen dynamischen Ausfälle auf etwa 50%. Nach der endgültigen Ermittlung der Fehleradressen aus dem Fehlerbildspeicher wird eine Optimierung bezüglich der Zuschaltung der Ersatzzeilen und -spalten vorgenommen [13].

Die Reparatur, d.h. das Zuschalten selbst, erfolgt nach bestimmten, durch das Layout und durch die Technologie festgelegten Regeln. Bei der elektrischen Zuschaltung wird unmittelbar im On-line-Betrieb gearbeitet. Ein Off-line-Betrieb ist realisierbar, wenn eine Zwischenspeicherung der Reparaturinformation erfolgt. Nach der Reparatur ist es notwendig, einen Kontrolltest durchzuführen.

**Tafel 2.** Eigenschaften der Programmierungselemente

| Programmierung elektrisch | | mit Laserstrahl | |
|---|---|---|---|
| Durchschmelzen von speziellen Verbindungen | Auflagen von frei schwebenden Gates | Durchschmelzen von speziellen Verbindungen | Herstellen von leitenden Verbindungen |
| Poly-Si, Al | | Poly-Si, $TaSi_2$ | Poly-Si |
| **Kennzeichen** | | | |
| schnelle Programmierung (µs) | | wesentlich langsamer (ms) | |
| PE liegen in der Nähe der Versorgungsspannungen | | PE liegen an beliebiger Stelle auf dem Chip | |
| hoher Aufwand bei Änderung des Layouts | | problemlose Änderung des Layouts möglich | |
| hohe Stromergiebigkeit der Treibertransistoren erforderlich | | größere Anzahl von PE möglich; geringer Flächenbedarf | |
| geringe Investitionskosten | | hohe Investitionskosten | |

Tafel 3. Reparaturanwendende Speicherschaltkreishersteller (Beispiele)

| Hersteller | Speicher | Hersteller | Speicher |
|---|---|---|---|
| Intel | 128 kbit EPROM | Hitachi | 1 Mbit ROM |
| Bell | 256 kbit DRAM | IBM | 1 Mbit DRAM |
| Siemens | 256 kbit DRAM | Mitsubishi | 1 Mbit DRAM |
| Fujitsu | 256 kbit DRAM | Mostek | 1 Mbit DRAM |
| Motorola | 256 kbit DRAM | NTT | 1 Mbit DRAM |
| Toshiba | 256 kbit DRAM | Hughes | |
| Hitachi | 256 kbit DRAM | Aircraft | 1 Mbit SRAM |

Verläuft er erneut negativ, so können so lange weitere Zuschaltungen vorgenommen werden, bis alle Ersatzelemente aufgebraucht sind.
In den nachfolgenden Tests erfolgt die Bestimmung der endgültigen dynamischen und statischen Kennwerte der Chips.
Abschließend werden alle den Prozeß durchlaufenen Chips einer Gesamtbewertung und Kennzeichnung unterzogen und damit die Voraussetzungen für die weitere Verbesserung des technologischen Ablaufs geschaffen.

### 4. Nutzung der Reparaturmöglichkeiten

Mit wachsender Kapazität der Speicherschaltkreise nimmt die Anzahl der Hersteller zu, die die Reparaturmöglichkeiten während der Produktion nutzen. Sie akzeptieren die Reparatur als einen Weg, um unter bestimmten Bedingungen einen schnellen Zuwachs an verfügbaren Chips zu erreichen (Tafel 3).
Zum Zeitpunkt der Einführung dieser Vorgehensweise, Anfang der 70er Jahre, wurden zum Teil sehr optimistische Aussagen bezüglich des erreichbaren Ausbeutezuwachses gegeben. Und tatsächlich können bei niedrigen Grundausbeuten, d.h. bei Produktionsaufnahme eines qualitativ neuen Schaltkreistyps, Erhöhungen um den Faktor 2 bis 3 erzielt werden. Mit zunehmender Produktionszeit verbessert sich aber die Ausbeute auch ohne Reparatur sehr schnell. Die Reparatur wird dann vielfach überflüssig, da beispielsweise die Kosten für eine lasergestützte Zuschaltung höher sind als die Kosten für die Verringerung der Defektdichten [14] bis [17].

NaA 9833

### Literatur


[1] *Ishihara, M.*, u.a.: A 256k MOS.DRAM with alpha immunity and redundancy. ISSCC Digest Technical Papers 1982, S. 76 – 77
[2] *Bindels, J.*, u.a.: Cost-effective yield improvement in fault-tolerant VLSI memory. ISSCC Digest Technical Papers 1981, S. 82 – 83
[3] How Mostek is bringing redundancy to light. Mostek Corporation, Juli 1982, S. 228 – 229
[4] *Mano, T.*, u.a.: A fault-tolerant 256k RAM fabricated with molybdenum-polysilicon technology. IEEE Journal Solid-State Circuits 15 (1980) 5, S. 865 – 872
[5] *Smith, R. T.*, u.a.: Laser programmable redundancy and yield improvement in a 64k DRAM. IEEE Journal Solid-State Circuits 16 (1981) 5, S. 506 – 514
[6] *Nair, R.:* Efficient algorithmus for testing RAM. IEEE Transaction on Computer 27 (1978) 6, S. 572 – 576
[7] *Moritz, P. S.; Thorson, L. M.:* CMOS Circuit Testability. IEEE Journal Solid-State Circuits 21 (1986) 2, S. 306 – 309
[8] *Hedtke, R.:* Fehlertolerante Halbleiterspeicher. Dissertation, TH Darmstadt 1979
[9] *Hilberg, W.:* Einfache mathematische Modelle für die Ausbeute bei integrierten Schaltungen. Elektronische Rechenanlagen 14 (1972) 2, S. 67 – 75
[10] *Heinrich, P.:* Redundanz verbessert die Ausbeute bei Halbleiterspeichern. Elektronik 30 (1981) 20, S. 79 – 86
[11] *Hart, H.:* Meß- und Prüfprobleme von MOS-LSI-Schaltkreisen. In: Probleme der Festkörperelektronik. Band 12. Berlin: VEB Verlag Technik 1982, S. 115 bis 157
[12] *Hayasaka, Y.; Shimotori, K.; Okada, K.:* Testing system for redundant memory. IEEE Test Conference 1982, Paper 10.3, S. 240 – 244
[13] *John, R. D.:* A fault-driven comprehensive redundancy algorithmen. International Test Conference 1984. IEEE Design & Test 2 (1985) 3, S. 35 – 44
[14] *Fitzgerald, B. F.; Thoma, E. P.:* Circuit implementation of fusible redundant adresses on RAM for productivity enhancement. IBM Journal of Research and Development 234 (1980) 5, S. 291 – 298
[15] *Minato, D.*, u.a.: A HI-CMOS 8 k × 8 bit static RAM. IEEE Journal Solid-State Circuits 17 (1982) 5, S. 793 – 798
[16] *Cenker, R. P.*, u.a.: A fault-tolerant 64 k dynamic random access memory. IEEE Trans. Electronic Devices 26 (1979) 6, S. 853 – 860
[17] *Stapper, C. H.:* Yield model for 256K – RAMs and beyond. ISSCC Digest Technical Papers 1982, S. 12 – 13



Dipl.-Ing. *Harald Steinführer*, Prof. Dr. sc. techn. *Roland Köstner*, Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik, Platz der DSF 17, Mittweida, 9250




## WEITERBILDUNG

### Weiterbildungsprogramm der Ingenieurhochschule Wismar

Die Ingenieurhochschule Wismar hat für 1987 und 1988 ein Weiterbildungsprogramm herausgegeben. Es enthält die Angebote

- Vorschulkurse für junge Facharbeiter zum Erwerb der Hochschulreife
- Postgraduale Studien mit Fachabschluß
- Gasthörerschaft
- externer Erwerb des Hochschulabschlusses
- außerplanmäßige Aspiranturen
- Lehrgänge (für die Komplexe Elektrotechnik/Elektronik/wiss. Gerätebau über 50 Lehrgänge).

Ausgewählte Weiterbildungsmaßnahmen:

- Fernkurs Meßtechnik und Qualitätssicherung (Anmeldung bis 31. 10. 87; Lehrgangsnummer 3.2.5-1)
- Lehrgang Einführung in die Mikroelektronik (Anm. bis 15. 1. 88; Nr. 3.1.1-1)
- Lehrgang Einführung in die digitale elektronische Steuerungstechnik (Anm. bis 30. 11. 87; Nr. 3.2.4-1)
- Vorbereitungslehrgang Mikroelektronik (Anm. bis 15. 2. 88; Nr. 3.1.1-2)
- Mikrorechentechnik 1, 2 und 3 (Anm. bis 15. 3. 88; Nr. 3.1.1-3,4 und 5)
- Lehrgang Grundlagen und Anwendung der Puls-Code-Modulation (Anm. bis 30. 3. 88; Nr. 3.1.1-7)
- Lehrgang Optische Nachrichtenübertragung (Anm. bis 31. 1. 88; Nr. 3.1.6-1)
- Lehrgang Elektromechanische Schwingungs- und Stoßprüftechnik (Anm. bis 31. 5. 88; Nr. 3.2.5-3)
- Speziallehrgang Methoden zur Erhöhung der mechanischen Zuverlässigkeit im Geräte- und Anlagenbau (Anm. bis 31. 3. 88 an die IHW).

Anmeldungen zu den mit Lehrgangsnummer angegebenen Veranstaltungen an

Kammer der Technik, Bezirksverband Schwerin — Stellvertreterbereich SB Weiterbildung —
Schusterstr. 2, Schwerin, 2751
Tel. 83901.

Sonstige Anfragen sind zu richten an

Ingenieurhochschule Wismar
Direktorat für Studienangelegenheiten
— Sektor Weiterbildung —
Philipp-Müller-Straße, Wismar, 2400
Tel. 544.

## FACHTAGUNGEN

### III. Konferenz Hydro- und Geoakustik

Die Konferenz wurde vom Wissenschaftsbereich Informationstechnik der Sektion Technische Elektronik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock und von der Unterarbeitsgruppe Hydro- und Geophysikalische Akustik der AG Akustik in der Physikalischen Gesellschaft der DDR veranstaltet.

Auf der Grundlage des Freundschaftsvertrages zwischen WPU und Politechnikum Gdańsk beteiligte sich vereinbarungsgemäß der WB Hydroakustik des Instituts für Telekommunikation des Politechnikums Gdańsk aktiv an der Programmgestaltung und Durchführung.

Mit insgesamt 85 Teilnehmern, davon 55 aus 17 Betrieben, 5 Hochschulen und 3 Akademie-Einrichtungen der DDR sowie 14 polnischen Fachkollegen und 16 Sektionsangehörigen, war die Konferenz sehr gut besucht.

Schwerpunktthema der Konferenz war die Anwendung der Mikroprozessortechnik, dem (direkt und indirekt) 18 der 29 geplanten (bzw. 24 gehaltenen) Vorträge gewidmet waren.

Vorträge mit Übersichtscharakter waren die von Prof. *Schommartz* (zu den Entwicklungstendenzen in der Hydroakustik, die sich erst mit dem Mikrorechnereinsatz eröffneten), von Mgr.-inz. *Kubica* (zu Stand und Perspektiven des Mikrorechnereinsatzes in der Forschung und Ausbildung im Wissenschaftsbereich Hydroakustik des Politechnikum Gdańsk) und von Prof. Dr. *Münzer* (zu Stand und Weiterentwicklung der Mikrorechentechnik an der Sektion Technische Elektronik für Forschung und Ausbildung).

Dem speziellen Themenkreis Objektdetektion waren 10 Beiträge gewidmet. Die polnischen Fachkollegen stellten Untersuchungsergebnisse zur Mikrorechneranwendung für Sichtdarstellung an Sonar-Systemen auf Farbdisplays vor, von DDR-Fachleuten wurden Arbeitsergebnisse spezieller Echolotgeräte und -verfahren präsentiert.

Der umfangreichere Themenkreis Objektidentifikation umfaßte 15 Beiträge. Da das Problem der Objektidentifikation mit akustischen Mitteln z. Z. weder wissenschaftlich noch technologisch-gerätetechnisch hinreichend befriedigend gelöst ist, widmeten sich diese Beiträge Problemen mit mehr Grundlagencharakter: theoretischen Fragen zur Signalverarbeitung/Meßdatenverarbeitung sowie experimentellen Ergebnissen zur Interpretation der Echosignale spezieller Objekte. In diesen Themenkreis sind auch zwei Beiträge aus dem Geoakustik-Bereich zielgerichtet einbezogen worden (Atmosphärensondierung mit Schall von Prof. *Lehmann*, H.-Hertz-Institut der Akademie der Wissenschaften, und Zellgewebecharakterisierung mit Ultraschall von Prof. *Millner*, Martin-Luther-Universität), um verfahrenstechnische Äquivalenzen in unterschiedlichen Anwendungen aufzuzeigen.

Ein weiterer Beitrag aus der Sektion TE behandelte spezielle Probleme der akustischen Durchflußmessung als Beispiel der Verwendung hydroakustischer Verfahren für die industrielle Prozeßmeßtechnik.

Alle Beiträge werden in der WZU veröffentlicht werden.

Am Rundtischgespräch zur Ausbildung von Spezialisten für Hydroakustik und Geophysikalische Akustik beteiligten sich 17 Hochschullehrer und wiss. Mitarbeiter aus 7 Hochschuleinrichtungen (Politechnikum Gdańsk, Universität Gdańsk, Bergakademie Freiberg, Offiziershochschule „Karl Liebknecht" Stralsund, Technische Universität Dresden, Ingenieurhochschule für Seefahrt Warnemünde-Wustrow und Wilhelm-Pieck-Universität Rostock). Diskutiert wurde das Problem, mit welchen Mitteln und Methoden eine zeiteffektive und zugleich qualitativ hochwertige Ausbildung zu gestalten ist, wenn man die beiden Randbedingungen — komplexer Charakter des Stoffs und verhältnismäßig geringe Anzahl von jährlich Auszubildenden dieser Spezialisierungsrichtungen — berücksichtigt. Von allen Teilnehmern wurden ihr Motiv und die Zielrichtung bzw. Zweckbestimmung ihrer Ausbildung vorgestellt, einige Teilnehmer erläuterten das Ausbildungsprogramm, ausgehend vom Grundlagenstudium bis hin zu den Spezialstudien.

Als Ergebnis der anschließenden Diskussion wurde festgestellt:

- eine umfassende Ausbildung ist aus Zeitgründen nicht möglich
- es gibt zwei zu unterscheidende Studienziele: Absolventen für die
  - Anwendung akustischer Verfahren, Geräte usw. in Geophysik, Ozeanografie, Seewirtschaft u. a.
  - Entwicklung von akustischen Verfahren, Geräten usw. auszubilden
- wesentliches gemeinsames Ausbildungsziel ist das der Verständigungsfähigkeit zwischen beiden Absolventengruppen
- Voraussetzung dafür ist eine gediegene Grundlagenausbildung in Physik, Mathematik, Signal- und Systemtheorie, Informatik
- die spezifische Ausbildung ist „vor Ort" fortzusetzen, wobei alle Formen der Bildung und Weiterbildung (z. B. Autodidaktik, Arbeitskollektiv, wissenschaftliche Kolloquien und Tagungen, Aspiranturen bzw. Forschungsstudien, zeitweiliger Hochschulwechsel) zu nutzen sind.

Prof. *Sliwinski* (Universität Gdańsk) lud zur Teilnahme an der Konferenz über „Aussichten der Ausbildung und Entwicklung in der modernen Akustik" vom 19. bis 21. Mai 1987 in Gdańsk ein, die unter seiner Leitung mit Förderung seitens der Internationalen Kommission für Akustik (ICA) und der Internationalen Union für reine und angewandte Physik (IUPAP) durchgeführt wurde.

Prof. Dr. sc. techn. *Schommartz*
Tagungsleiter

NaK 9814

### 4. Kongreß der Informatiker der DDR

a) 22. bis 27. Februar 1988[1])
b) Dresden
c) Gesellschaft für Informatik
d) • theoretische Grundlagen
  • Computertechnik
  • Software
  • Künstliche Intelligenz
  • komplexe Anwendungen
  • Aus- und Weiterbildung
  • Gesellschaft für Informatik
e) Gesellschaft für Informatik der DDR
  Clara-Zetkin-Str. 105
  Berlin
  1086

### Rechnergestützte Qualitätssicherung CAQ

a) 17. bis 19. März 1988[1])
b) Leipzig
c) Kammer der Technik, Wissenschaftlich-Technische Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik
d) CAQ
e) Kammer der Technik — WGMA —
  PF 1315
  Berlin
  1086
  bis zum 1. November 1987

[1]) a) Termin, b) Veranstaltungsort, c) Veranstalter, d) inhaltliche Schwerpunkte, e) Anmeldungen an .

## AUSSTELLUNG

### CeBit 1987

In der Zeit vom 4. bis 11. März 1987 fand zum zweiten Mal die Fachmesse CeBit in Hannover statt. Mit 204000 m² und etwa 2200 Ausstellern erhebt sie den Anspruch, das Weltzentrum der Büro-, Informations- und Telekommunikationstechnik zu sein. Auf jeden Fall bietet diese Fachmesse einschließlich der zugehörigen Fachkolloquien einen repräsentativen Überblick über das internationale Angebot auf den Gebieten der modernen Nachrichtentechnik bis zur Kommunikationstechnik, der Datenverarbeitung, der Mikro- und Personalcomputer, CAD/CAM, Software und Softwaretechnologien, Büro- und Organisationstechnik usw.

Der folgende Bericht beschränkt sich im wesentlichen auf den Teil Kommunikationstechnik. Die CeBit stand vollständig im Zeichen des Zusammenwachsens der Nachrichtentechnik und der Informationstechnik zur Kommunikationstechnik. Im Mittelpunkt stand die Entwicklung der digitalen Vermittlungstechnik zum Schmalband-ISDN mit ihren Möglichkeiten.

#### Digitale Vermittlungstechnik mit ISDN-Fähigkeit

Innerhalb dieser Gruppe waren drei Schwerpunkte zu verzeichnen:

- Digitale Nebenstellen mit ISDN-Fähigkeit

Im Nebenstellenbereich wurden praktisch ausschließlich digitale Nebenstellen mit dem Ausweis der ISDN-Fähigkeit ausgestellt

Dabei wurde insbesondere auf den großen Rationalisierungseffekt für den Anwender im Bereich der Leitung, Verwaltung und Organisation hingewiesen. Eine große Anzahl bereits verkaufter Anlagen zeigen trotz relativ hoher Preise die bereits erreichte hohe Akzeptanz und die Richtigkeit der Ausrichtung auf dieses Marktsegment. So wurde von Siemens der Verkauf der eintausendsten Anlage mit einem Gesamtproduktionsvolumen von 250 Mill. Mark des Systems HICOM, von Nixdorf der Verkauf der zweitausendfünfhundertsten Anlage des Systems 8818 (z.Z. 50 Anlagen/Woche) bekanntgegeben. Damit ist einschätzbar, daß sich die digitalen Fernsprechnebenstellen mit Datenfähigkeit, insbesondere zunehmend mit ISDN-Fähigkeit, als die lokalen Netze im Bereich Büro/Verwaltung durchsetzen, weil sie als einzige die effektive Kombination der Sprach- und Datenkommunikation und den effektiven Dokumentenaustausch zulassen. Zu bemerken ist dabei, daß ausgehend von der noch nicht erfolgten Standardisierung der U-Zweidrahtschnittstelle der Teilnehmeranschluß noch unterschiedlich realisiert wird, was durch das Angebot von Komplettanlagen einschließlich der multifunktionalen Endgeräte ermöglicht wird.
Im Zeitraum von etwa 2 Jahren werden international die Schaltkreise für die bis dahin standardisierte ISDN-$U_0$-Schnittstelle zur Verfügung stehen, so daß ab dann die Anlagen bezüglich ihrer Schnittstellen standardisiert sind.

- Orts- und Fernamtstechnik

Auch diese Technik stand voll im Zeichen der Erreichung der ISDN-Fähigkeit. Ausgehend vom Feldversuch der DBP in diesem Jahr wurden von Siemens und SEL ISDN-fähige Zentralen vorgestellt, die aber bezüglich der U-Schnittstelle noch provisorisch ausgeführt waren, da die Schaltkreise in der endgültigen Form erst Mitte 1987 zur Verfügung stehen sollen.
Auffallend war die geringe Anzahl der Firmen, die große Vermittlungstechnik ausstellten. Als Ursache wird gesehen, daß die Entwicklungsaufwendungen so drastisch gestiegen sind, daß etwa 1,5 bis 2 Mrd. DM Entwicklungsaufwendungen aufzubringen sind. Zur Amortisation der Kosten ist eine Mindestproduktion von etwa 3 bis 4 Mill. AE/Jahr erforderlich, die nur noch von wenigen Firmen in der Welt erreicht wird.
Für das Verbleiben auf dem Markt ist die Fähigkeit des Anbieters mitentscheidend, daß er ein flexibles Konzept einschließlich Software und große F/E-Kapazität zur kurzfristigen Anpassung an spezielle Marktbedingungen besitzt.
Es wird damit gerechnet, daß in Europa maximal 3 Systeme aus den genannten ökonomischen Gründen überleben werden.

- Endgeräte

Auffallend war das umfangreiche Angebot an multifunktionalen Endgeräten, wobei der Personalcomputer direkt oder in abgewandelter Form im Mittelpunkt stand. Es ist die Tendenz ablesbar, auch die klassischen Endgeräte der Telekommunikation, wie den Fernschreiber, über Zusatzbaugruppen im PC für einen breiten Anwenderkreis abzulösen. Ein Spitzengerät ist dabei z.B. das Multifunktionsterminal TX 90 der Firma Telenorma. Auffallend war auch, daß die Fernsprechendgeräte im Nebenstellenbereich zunehmend mit Funktionstasten ausgestattet sind.
Hervorzuheben ist das breite Angebot an Fernkopierern der Gruppe 3, die als notwendige Ergänzung im Bereich der Bürokommunikation zu den Endgeräten gehören. Die Geräte sind sehr klein geworden, sind gleichzeitig als normale Kopiergeräte nutzbar und kosten um 10 TDM.
Zu beachten ist, daß es sich praktisch ausschließlich um japanische Erzeugnisse oder solche unter Verwendung japanischer OEM-Baugruppen für die funktionsbestimmenden Teile handelt.

**Digitale Übertragungstechnik**

Auf dem Gebiet der Übertragungstechnik werden von allen renommierten Firmen Systeme in der PCM-Hierarchie von 2 Mbit bis 140 Mbit angeboten. Sie sind konstruktiv einheitlich in Schmalgestellbauweise ausgeführt und können wahlweise mit Kupfer- oder Lichtleitertrakten zusammenarbeiten. Der Schwerpunkt der Aktivitäten liegt bei den Systemen PCM 1920 (140 Mbit), weil ihr Einsatz gemeinsam mit 1,3 µm-Lichtleitertrakten die spätere Nutzung für Breitband-ISDN sichert.
Dabei wird die Ökonomie über moderne Systeme der unteren Hierarchien gesichert. Die Monomode-Faser setzt sich eindeutig durch.
Zur Rationalisierung werden Multiplexer 2/34 angeboten. Der Einkanalausstieg erfolgt ausschließlich über die 64-kbit-Schnittstelle am Primärmultiplexer.

**Lokale Kommunikationsnetze (LAN)**

Die lokalen Kommunikationsnetze zielen auf die

- Rationalisierung der Büroarbeiten im Sinne informationeller Prozesse in vielen Wirkungsbereichen des Menschen
- flexible Fertigungsautomatisierung
- dezentral eingesetzte (Personal-)Rechentechnik.

Dazu werden — und daraus erklärt sich auch die große Vielfalt von konkreten Erzeugnissen — aus verschiedenen Industriebereichen, vornehmlich aus der

- Nachrichtentechnik
- Computertechnik
- Automatisierungstechnik

technische Lösungen angeboten.
Das Leistungsangebot der Nachrichtentechnik resultiert aus dem Konzept der ISDN-Nebenstelle und zielt dabei vor allem auf die Bürokommunikation (Dienste zur Text- und Datenkommunikation) und die dezentrale Nutzung der Computertechnik (Datenkommunikation).
Das Leistungsangebot der beiden anderen Bereiche konzentriert sich auf die bereits bekannten und auch weitestgehend standardisierten 3 Grundtypen: CSMA/CD, Token Ring, Token Bus. Sie sind durch unterschiedliche Erzeugnisse von verschiedenen Firmen und mit einem weiten Bereich von Leistungsmerkmalen vertreten. Ein Favorit ist nicht erkennbar, vielmehr zeigt sich — wie bereits im vergangenen Jahr — eine Schwerpunktbildung.

| | |
|---|---|
| CSMA/CD: | Büroautomatisierung |
| Token Ring: | Rechner- bzw. Geräteverbund mit Echtzeitanforderungen und größerer Last |
| Token Bus: | flexible Fertigung, Automatisierung MAP. |

Erkennbar ist die Tendenz, sich bei der Protokollausarbeitung und Standardisierung den höheren OSI-Schichten zuzuwenden. Damit werden für den mehr problemorientierten Nutzer die unterschiedlichen technischen Konzepte (OSI-Schichten 1 und 2) immer mehr verdeckt. Ein Zusammenwirken dieser unterschiedlichen Zugriffstechniken wird möglich und unter Ausnutzung verschiedener höherer Protokolle bereits demonstriert.
Dafür sprechen:

- das durch etwa 20 Firmen präsentierte „CeBit-MultiNET" (Basis: ETHERNET), das das Zusammenwirken unterschiedlicher Produkte verschiedener Firmen demonstriert
- die Implementierung und Demonstration von X. 400.

Als Übertragungsmedium dominiert das Koaxialkabel; Lichtwellenleitersegmente sind anzutreffen und können bei Bedarf eingesetzt werden (jedoch nicht aus Geschwindigkeitsgründen). Interessant ist das Verkabelungskonzept von IBM für den Token-Ring, das die Nachteile eines flächenmäßig ausgebreiteten Rings geschickt ausgleicht. Es gibt eine Vielzahl von Gateway-, Bridge- und Protokollkonvertierungslösungen. Eine Vereinheitlichung bzw. Bevorzugung bestimmter OSI-Schichten ist (noch) nicht erkennbar. Deutlich ausgeprägt ist jedoch eine ständige Zunahme der Prozessorleistungen bei derartigen Konvertern (bis 32-Bit-CPU!).

**Paketvermittelte Datennetze**

Die Messe spiegelte den Druck der Rechnerbetreiber nach Vernetzung ihrer Systeme innerhalb von Institutionen, Territorien, Ländern bzw. weltumspannend wider. Dieses Bedürfnis fand seinen Ausdruck in der Ausstellung einer Vielzahl von Anschluß-, Endstellen- bzw. Vermittlungstechnik für die unterschiedlichsten Netztypen.
Nach offiziellen Messeinformationen stellten

- 33 Firmen Anschluß- bzw. Endgeräte für paketvermittelte Netze
- 30 Firmen Software für Rechnerkopplung über Paketvermittlung
- 20 Firmen Vermittlungstechnik für paketvermittelte Netze bzw. Netze nach Firmenstandards (z.B. SNA, DECNET) oder transaktionsorientierte Anwendungen
- eine Vielzahl von Firmen ISDN-Technik

aus.
Die ausgestellten Paketvermittlungsrechner und Netze waren vorzugsweise für den nichtöffentlichen Bereich bestimmt. Diese Systeme sind gekennzeichnet durch den Anschluß von max. 500 Leitungen und einen Durchsatz von bis zu 800 Paketen/s. Auf der Basis dieser Systeme werden neben Vermittlungsknoten für kleinere Netze Konzentratoren und PAD-Einrichtungen aufgebaut. Die Systeme sind Multiprozessorsysteme und damit leistungs- und funktionsmäßig konfigurierbar. Systeme zur Netzverwaltung und Netzkontrolle sind wesentlicher Bestandteil.

Ein weiteres Wachstum der Paketvermittlungstechnologie und damit des Marktes ist nach Aussagen von Vertretern verschiedener Firmen in den nächsten Jahren bedingt durch

- die hohe Leitungsauslastung bei Paketvermittlung
- den bestehenden Fond an Hard- und Software sowie bestehender Dienste und Standardisierungen
- die weiter zunehmende Anzahl von Rechnerinstallationen und Anwendungen, die auf eine reine Datenkommunikation beschränkt bleiben

und der damit verbundenen hohen Kosteneffektivität mit Sicherheit zu erwarten.

Spitzenexponat eines Paketvermittlungsrechners für öffentliche Netze war das System EWSP von Siemens, gekennzeichnet durch hohe Modularität und hohe Konfigurierbarkeit bis zu 12000 Anschlüsse und 40000 Pakete/s.

Zusammenfassend läßt sich aus der CeBit schlußfolgern, daß zum einen öffentliche paketvermittelnde Datennetze weiterhin große Bedeutung für die Intensivierung der Volkswirtschaft haben und in einem überschaubaren Zeitraum nicht durch ISDN-Netze zu ersetzen sind.

**Meßtechnik für die digitale Kommunikationstechnik**

Obwohl auf der CeBit nur ein geringes Angebot an Meßtechnik vorzufinden war, ist doch in der Nachrichtenmeßtechnik international noch ein Rückstand zu den vorgestellten Kommunikationssystemen, z. B. bei Protokoll- und Datentestern als auch Testern für die 144 kbit-Teilnehmerschnittstelle zu verzeichnen. Dieser Rückstand wird neben einigen Standardisierungsproblemen vor allem auf die enormen Aufwendungen für diese Meßgeräte bei geringen Produktionsstückzahlen zurückgeführt.

**Funknachrichtentechnik**

Auf dem Gebiet Funknachrichtentechnik wurden auf der CeBit keine wesentlichen neuen Besonderheiten ausgestellt, da diese anderen Fachmessen vorbehalten sind.

- Auf dem Gebiet Satellitentechnik wird von allen ausstellenden Firmen voll auf das System D2-MAC orientiert. Zum digitalen Hörrundfunksatellitenkanal lagen noch keine abgeschlossenen Entwicklungen vor.
- Auf dem Gebiet der Funktelefonie wird in mehreren westeuropäischen Ländern z. Z. das Netz C bei 450 MHz stark flächendeckend ausgebaut und mit entsprechenden komfortablen Gerätelösungen ausgestattet. Die Einführung der bereits ausgestellten Lösungen für den Bereich 900 MHz wird für 1990 vorbereitet.

**Kongreß Telekommunikation**

Hauptgegenstand des Kongresses war die Veränderung der Monopolstellung der nationalen Postverwaltungen für den Betrieb und die Installation der Nachrichtennetze unter dem Einfluß des Zusammenfließens verschiedener Formen der Kommunikation, insbesondere der Sprach- und Datenkommunikation.

Im Ergebnis wurde festgestellt, daß die Postverwaltungen in Zukunft sich auf die Übertragungswege konzentrieren werden, die Endgeräte werden ausgehend von den Datenendgeräten durch die Post nur noch bezüglich ihrer Schnittstellen definiert, sie werden aber in freier Konkurrenz bereitgestellt und installiert.

Die Vermittlungseinrichtungen werden eine Zwischenstellung einnehmen, weil verschiedenste Formen der Vermittlung parallel existieren werden (LAN, ISDN-Zentralen, paket- und leitungsvermittelte Datenzentralen usw.). Deshalb ist zu erwarten, daß Vermittlungszentralen in Zukunft parallel durch die Postverwaltungen sowie private Anbieter und Betreiber bereitgestellt und betrieben werden, die Post muß hier die Standardisierungshoheit bewahren. Dieses Nebeneinander wird insbesondere im Nebenstellenbereich ab sofort wirksam. Gleichzeitig wird aber der strategische Charakter der öffentlichen Nachrichtennetze hervorgehoben.

Aus den Vorstellungen der Deutschen Bundespost auf dem Kongreß geht hervor, daß die DBP ausgehend von dem ISDN-Feldversuch im Frühjahr 1987 die Digitalisierung und Erreichung der ISDN-Fähigkeit stark vorantreibt. Ab 1988 werden als Neuanlagen nur noch Digitale Vermittlungsanlagen installiert, die alle mit dem Leistungsmerkmal ISDN-Fähigkeit ausgestattet werden, ab 1992 soll ein flächendeckendes ISDN-Netz zur Verfügung stehen.

*D. Bogk* NaK 9865

## PATENTE

**Schaltungsanordnung zur Schleifenzustandserkennung sowie zur Rufan- und -abschaltung in Teilnehmeranschlußschaltungen**

DD-WP 245766
Int.-Cl.: H 04 Q 3/24
Anmeldetag: 16. 01. 1986
Anmelder: VEB RFT Nachrichtenelektronik

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vollständig in monolithisch integrierten Schaltkreisen herstellbare Schaltungsanordnung anzugeben, die als Bestandteil einer SLIC-Schaltung die Funktionen Schleifenzustandserkennung und Steuerung der Rufeinspeisung in die Teilnehmerleitung gewährleistet.

Die Schaltung soll in der Lage sein, bei unterschiedlichsten Teilnehmerleitungs- und Teilnehmerapparatekonfigurationen ohne Verwendung von Kondensatoren aus einem einer Transversalschleifenstrommeßeinrichtung entnommenen Signal und aus dem Signal der zugeführten Rufsinusspannung den Belegtzustand der Teilnehmerleitung außerhalb und während der Rufaussendung zu ermitteln und an die Vermittlungsstelle als diskrete Information weiterzuleiten und selbständig die Rufaussendung ab einem ganz bestimmten Zeitpunkt zu unterbinden und auch den Beginn jeder Rufaussendung zeitlich so zu legen, daß die von der bedienten Teilnehmerleitung ausgehenden elektromagnetischen Störungen auf ein Minimum reduziert werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Transversalstrommeßeinrichtung für den Teilnehmerleitungsstrom ausgangsseitig mit einem Betragsbildner verbunden ist, dessen Ausgang zu einem Eingang eines Schleifenstromkomparators führt. Der Referenzeingang des Schleifenstromkomparators wird aus einer durch eine Stromschwellerrechnung gesteuerten Referenzstromerzeugung gespeist. Die Referenzstromerzeugung besteht im einfachsten Fall aus anschaltbaren Widerständen. Die Eingangssignale der Stromschwellenerrechnung sind teilweise programmierbar, abhängig von der gewünschten Betriebsart, ein Eingangssignal charakterisiert den Rufzustand.

*D. Ufert* NaP 69

**Schaltungsanordnung eines Mikrowellenoszillators für einen großen Frequenzvariationsbereich**

DD-WP 245990
Int.-Cl.: H 03 C 3/22
Anmeldetag: 22. 01. 1986
Anmelder: VEB Robotron-Elektronik Radeberg

Ziel der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung für einen Mikrowellenoszillator mit geringstem schaltungstechnischem Aufwand anzugeben, die unter Gewährleistung einer konstanten Ausgangsspannung eine konstante Steilheit der Modulationskennlinie über einen möglichst großen Frequenzbereich aufweist.

Bei einer Schaltungsanordnung für einen spannungsgesteuerten, in der Frequenz modulierbaren Mikrowellenoszillator in Kollektorschaltung, bei dem zwischen Basis und Kollektor eine erste Induktivität in Serie mit einer ersten variablen Kapazität und zwischen Emitter und Kollektor eine zweite variable Kapazität geschaltet ist, und bei dem die zwischen Basis und Kollektor des Transistors auftretende Impedanz eine negative Komponente aufweist, wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur ersten variablen Kapazität eine zweite Induktivität und zur zweiten variablen Kapazität eine dritte Induktivität, an deren Abgriff ein Oszillatorsignal entnehmbar ist, parallel geschaltet sind. Zwischen dem Kollektor und der Betriebsspannung kann vorzugsweise eine Konstantstromquelle und zwischen Kollektor und der zweiten Induktivität ein erster Widerstand geschaltet sein. Die Induktivitäten können als Streifenleitung oder Spule ausgebildet sein, wobei die erste und zweite Induktivität annähernd gleiche Werte besitzen sollten und auch induktiv verkoppelt sein können.

Als variable Kondensatoren werden vorzugsweise zwei gegensinnig in Reihe geschaltete Kapazitätsdioden eingesetzt, denen eine Abstimm- und Wobbelspannung parallel zugeführt wird, wobei die Abstimm-Gleichspannung zwischen den Diodenpaaren unterschiedlich sein kann. Weiterhin ist es möglich, die dritte Induktivität nur über den Lastwiderstand mit Masse zu verbinden.

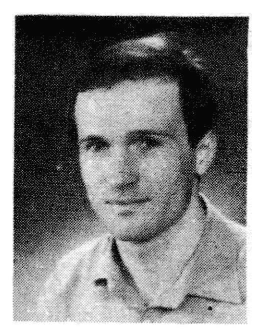
*D. Ufert* NaP 71

# DISSERTATIONEN

## Ein Beitrag zur funktionsorientierten Testsätzgenerierung für digitale integrierte Schaltkreise unter besonderer Berücksichtigung der Incircuit-Testbedingungen

Von *Peter Mader*, Dissertation A an der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik
Gutachter: Doz. Dr. sc. techn. *H.-B. Bemmann*, Prof. Dr. sc. techn. *Ch. Posthoff*, Prof. Dr. sc. techn. *R. Köstner*

Der Einsatz zunehmend funktionell komplexer elektronischer Baugruppen erfordert zum Funktionsnachweis die Einführung neuartiger Testverfahren und -strategien. So wird z.B. das In-circuit-Testprinzip für die Prüfung bestückter Leiterplatten verstärkt angewendet. In der Arbeit wird dieses Verfahren in die Teststrategieentwicklung eingeordnet und Besonderheiten herausgearbeitet, die zu einem entsprechenden Funktionsmodell für digitale IC führen. Das Modell ist die Basis für die Testsatzgenerierung und die Fehlersimulation. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei der Diskussion der Grenzen der Fehlerlokalisierbarkeit gewidmet. Zur Unterstützung des Prozesses der Testsatzgenerierung wurde das Programmsystem BOOLE der TH Karl-Marx-Stadt genutzt. Der Nachweis der



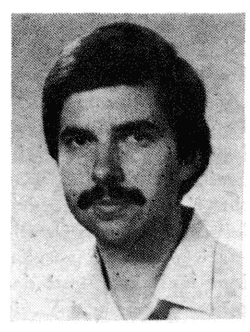
*Peter Mader (31) studierte von 1979—83 an der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik mit ausgezeichnetem Erfolg und nahm im Anschluß daran ein Forschungsstudium auf. Durch seine sehr exakte und zielstrebige Arbeitsweise gelang es ihm, das Forschungsstudium mit der Einreichung der Dissertation A 1986 erfolgreich abzuschließen. Seit dem 1.8. 1986 ist Dr.-Ing. Mader, der zuletzt für seine Arbeit „Entwicklung eines digitalen In-circuit-Testers" mit dem Ehrenpreis des Ministers für Hoch- und Fachschulwesen ausgezeichnet wurde, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Kombinat VEB Carl Zeiss JENA.*

theoretisch ermittelten Ergebnisse erfolgte mit Hilfe des speziell entwickelten in-circuit-testfähigen Laborprüfplatzes LADIS. Das in dieser Arbeit vorgestellte Verfahren wird an ausgewählten Beispielen erläutert.

*L. Hoedke* NaK 9875

## Meßwerterfassung und Anlagensicherung mit Mikrorechner bei elektrisch abtragenden Verfahren

Von *Roland Thiemer*. Dissertation A an der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik.
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. *Reinhold Krampitz*, Prof. Dr. sc. techn. *Ludwig Rettelbusch*, Doz. Dr.-Ing. *Lothar Peitzsch*



*Roland Thiemer (32) studierte von 1975—79 an der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt in der Fachrichtung Elektrotechnik und diplomierte mit einer Arbeit „Software-Realisierungsmöglichkeiten von Ansteuergeräten für Wechselsichter mit Mikrorechnern". Nach dem Studium nahm er die Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent an der Ingenieurhochschule Mittweida auf. Im Ergebnis seiner wissenschaftlichen Arbeit reichte er 1985 seine Dissertation zur Erlangung des akademischen Grads Dr.-Ing. an der TH Mittweida ein, die er mit Erfolg verteidigte. Seit 1984 arbeitet er als Mitarbeiter für Forschung und Entwicklung im VEB Textimaforschung Malimo Karl-Marx-Stadt.*

In der Arbeit wird eine Systemlösung zur Meßwerterfassung und Steuerung für elektromechanische Metallbearbeitungsanlagen aufgestellt. Für verschiedene Anlagenfunktionen werden Möglichkeiten der Hard- und Softwarestruktur zur Anlagensteuerung mit Mikrorechner beschrieben. Ausgehend von Fehlermöglichkeiten und Folgefehlern der Anlagenkomplexe werden ein Fehlerschema aufgestellt und Hard- und Softwarestruktur der Überwachungseinrichtungen abgeleitet. Den Forderungen nach hoher Anlagensicherheit bei automatischen Fertigungsanlagen wird durch ein umfangreiches Überwachungssystem Rechnung getragen. Durch Einsatz eines Meßwerterfassungs- und Steuerungssystems mit Mikrorechner sind eine Leistungssteigerung und Qualitätserhöhung bei der elektrochemischen Metallbearbeitung möglich. Eine Anpassung an verschiedene Bearbeitungsaufgaben ist durch den modularen Aufbau der Hard- und Software gegeben.

*L. Hoedke* NaK 9876

# BUCHBESPRECHUNGEN

**Korrektur** (H. 5, S. 199, 2. Sp. letzte Zeile)
*Unger, H.-G.:* Optische Nachrichtentechnik — statt „Sudio Texte" muß es richtig heißen: „Studientexte" —

### Advanced digital information systems

Von *I. Aleksander* (Hrsg.).
Hemel Hempstead:
Prentice-Hall International 1985.
582 Seiten, 576 Bilder, Kunststoffeinband

Das Buch wurde von einer Gruppe von sieben Autoren, die in Forschung und Lehre mit dem Entwurf fortgeschrittener Informationsverarbeitungssysteme beschäftigt sind, geschrieben. Sie sind Mitglieder einer interdisziplinären Forschungsgruppe an der Brunel-Universität in Großbritannien, deren Anliegen darin besteht, Strukturen zukünftiger Informationssysteme zu erforschen. Das Ziel der Autoren ist, die wesentlichen Wirk- und Strukturprinzipien, auf denen die moderne Informationsverarbeitung beruht, zusammenzustellen und möglichst anschaulich zu erläutern. Dabei wird versucht, eine Brücke zu schlagen zwischen dem klassischen Konzept, grob umrissen durch das Wortpaar „Information und Speicher", und dem modernen auf „(künstlicher) Intelligenz und Wissen" basierenden Konzept. Dazu ist das Buch in zehn Kapitel eingeteilt:
Forschung zu digitalen Systemen; Geschichte und Zukunft; Mathematik und digitale Systeme; die Formalismen; Automatentheorie; Programmiersprachen und Abstraktion; künstliche Intelligenz und digitale Systeme; praktische Mustererkennung; intelligente digitale Systeme; Ansätze der künstlichen Intelligenz zum konzeptiven Lernen; Einführung in CAD; Assoziative Verarbeitung.
Anhand zahlreicher, sorgfältig ausgewählter und bewußt einfach gehaltener Demonstrationsbeispiele wird der Leser schrittweise in die Grundgedanken der modernen Informationsverarbeitung eingeführt. Dabei steht das prinzipielle Verständnis des jeweiligen Konzeptes gegenüber seiner formalen Behandlung und Umsetzung im Vordergrund. In der Darstellung dominiert daher die Anschauung über die mathematische Formulierung und Behandlung. Dafür erhält der Leser einen recht umfassenden Überblick über das Gesamtgebiet, was ihm — ganz nach der Intension der Verfasser — als ein „Sprungbrett" für weiterführende eigene Studien und schöpferische Arbeiten dienen kann.
Das Buch ist insbesondere für Leser von Interesse, die sich in die moderne Informationsverarbeitung einarbeiten wollen.

*W. Schwarz* NaB 770

### Ländliches Nachrichtenwesen

Netzplanung, technische Lösungen
Von ***M. Jahn*** u.a.
Reihe Berichte zur Nachrichtentechnik, Bd. 22. Berlin: Institut für Nachrichtentechnik 1985 108 Seiten, 53 Bilder, Broschur, 11,20 M

Der Autor wendet sich dem Problemkreis des ländlichen Nachrichtenwesens zu. Wenn diese Fragen auch nicht für mitteleuropäische Verhältnisse relevant sind, so steht doch außer Frage, daß gerade für die exportorientierte nachrichtentechnische Industrie ein hochaktuelles Problem aufgegriffen worden ist. In einer übersichtlichen und verständlichen Form wird ein Einblick in das „ländliche Nachrichtenwesen" gegeben, wobei in kurzer Form (vielleicht teilweise zu kurz), bezogen auf Netzplanung und in der DDR verfügbare technischen Lösungen, eine Gesamtdarstellung des Problems gegeben wird.
Das Buch ist in 8 Abschnitte gegliedert. Nach einer Einführung, die auch die Zielstellung und die notwendigen Definitionen enthält, wird die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des ländlichen Nach-

richtenwesens beschrieben, um im Anschluß auf die Entwicklungsplanung einzugehen. Darauf aufbauend werden spezifische Strukturen für ländliche Nachrichtennetze betrachtet. Es wird die Aussage vermißt, daß die dargestellten Verfahren und Lösungen grundsätzlich nichts Neues sind, sondern Bekanntes bzw. auf neue Bedingungen Adaptiertes. Dieser Sachverhalt zeigt sich im Abschnitt 5, der den Hauptteil der Arbeit einnimmt. Hier werden bekannte und in anderen Anwendungen ebenfalls eingesetzte Einrichtungen für das ländliche Nachrichtenwesen betrachtet und der „ländliche Netzläufer" (das eigentliche ländliche Nachrichtenwesen) auch in das Nachrichtennetz eines Landes eingegliedert. Die besonderen Bedingungen, wie z. B. Probleme und Lösungen der Stromversorgung, werden herausgestellt. Ausgehend von den spezifischen Bedürfnissen ländlicher Nachrichtennetze werden abschließend Lösungen mit RFT-Technik aufgezeigt.

Im letzten Abschnitt sind Begriffe zum ländlichen Nachrichtenwesen erklärt. Bei einer Überarbeitung sollte hier auch eine vollständige Übereinstimmung mit der Terminologie des „restlichen" (d.h. des nichtländlichen) Nachrichtenwesens angestrebt werden.

Der Untertitel führt mit „Netzplanung" und mit „technischen Lösungen" zwei Schwerpunkte an. Dabei erscheint die Netzplanung im Inhalt zu kurz. Die technischen Lösungen orientieren sich am derzeitigen Stand und entsprechen damit den Gegebenheiten. Insgesamt muß gesagt werden, daß für die vorgesehene Adressatengruppe, Netzplaner und Entwickler, eine Einführung in die Probleme des ländlichen Nachrichtenwesens gegeben wurde.

Darüber hinaus ist dieses Buch aber auch für die vielen Studenten aus den jungen Nationalstaaten eine wirksame Hilfe, um landesspezifisch Fragen des Nachrichtenwesens besser betrachten zu können.

*W. Bärwald* NaB 761

**Technik des Fernsehens**

Von *K. Bernath*
Heidelberg: Springer-Verlag 1986.
145 Seiten, 161 Bilder, broschiert

Das vorliegende Werk gibt dem Leser einen gedrängt zusammengefaßten, jedoch sehr guten Überblick über die wichtigsten technischen Probleme des Fernsehens. Geht man davon aus, daß das Fernsehen, besser die Fernsehtechnik, die materiell-technische Grundlage für das weltweit wichtigste und populärste Massenmedium der Telekommunikation ist und sich daher über ein nahezu eigenständiges, mit besonderer Spezifik und Komplexität versehenes Wissenschaftsgebiet mit vielen Teildisziplinen entwickelt hat, dann muß der Versuch, dieses Gesamtwissen — selbst in Form einer Auswahl, der Beschränkung auf das Wesentliche, bei Verzicht auf Details — in einem handlichen Buch darstellen zu wollen als ein risikobehaftetes Unternehmen angesehen werden. Der Autor ist dieses Risiko eingegangen und hat versucht, sein Wissen und seine Erfahrungen, gestützt auf weltweit gewonnene Erkenntnisse durch sorgfältige Auswahl der verfügbaren Literatur und deren Auswertung sowie der Arbeit internationaler Gremien (z. B. CCIR), übersichtlich, gut gegliedert, durch viele anschauliche grafische Darstellungen untersetzt und mit zahlreichen Quellenangaben versehen, darzustellen. Er wählt dabei einen Aufbau, der fast einem Nachschlagewerk ähnelt, wenn auch hier keine lexikografische Ordnung nach alphabetisch aufbereiteten Stichworten vorliegt.

Es werden folgende Gebiete behandelt:

- elektrooptische Wandler und Bildspeicherung mit den Problemen der Lichtumwandlung, Elektronenoptik, Bildaufnahmeröhrentechnik, Bildgeber, Bildwiedergabe mit Bildröhren und Projektionssystemen, mit Flach-Bildschirm, Technik der Bildspeicherung auf Magnetband bzw. Bildplatten sowie Film, ergänzt um Probleme der Digitaltechnik, Farbfernsehsysteme und der Textkommunikation mit Bildschirm (etwa 60 Seiten)
- Systemtechnik, Übertragung, Aussendung und Empfang von Fernsehsignalen mit den Problemen der Funkfrequenznutzung, der Wellenausbreitung in den in Frage kommenden Frequenzbändern, der Anforderungen an Sender und Empfänger, Grundzüge einer Fernsehversorgungsplanung, Richtfunk- und Satellitenfunktechnik sowie Technik und Systemgestaltung von Gemeinschaftsantennenanlagen auf Koaxialkabel- bzw. Lichtwellenleiterbasis (etwa 40 Seiten) und schließlich
- Fernsehmeßtechnik unter Verwendung spezifischer Meßsysteme, Meßsignale und Meßverfahren auf der Grundlage international festgelegter Anforderungen bezüglich der Werte und Toleranzen, Kriterien für Güte und Verzerrungen und Abschnitte in der Übertragungskette von der Quelle (im Studio) bis zur Senke (beim Teilnehmer) (etwa 20 Seiten).

Aufgrund der großen Breite der Probleme bleibt das theoretische Niveau — bedingt durch den vorgesehenen Rahmen dieses Buches (Seitenzahl) — auf unterster Ebene. Dem Leser wird daher ein vielfältiges Faktenmaterial zusammengestellt, daß wohl einen guten Überblick vermittelt, kaum jedoch die inneren, theoretisch begründeten Zusammenhänge zu begreifen ermöglicht.

Als Nachschlagewerk für den Fernsehfachmann vermittelt das Buch eine gute Übersicht, verbleibt in dieser Hinsicht aber auch wieder an der Oberfläche und beantwortet somit spezielle Fragen des Experten wiederum nicht oder nur unvollkommen. Man kann aus diesen Nachteilen dem Autor keinen Vorwurf machen, denn es ist praktisch unmöglich — wie oben bereits einleitend ausgeführt — dieses komplexe Gebiet der Fernsehtechnik sowohl aus der Sicht der Theorie als auch aus der Sicht einer breiten Information über viele interessante Details, Lösungsprinzipien und international eingeschlagene Wege in einem kleinen Buch darstellen zu wollen.

Nach Auffassung des Rezensenten fehlt jedoch ein Gebiet in der Darstellung völlig, was leider auch bei anderen Autoren vermißt wird, weil es nicht so sehr der Fernsehtechnik zugeordnet wird, obgleich es dazu gehört. Es handelt sich um die gesamte Problematik der Fernsehtechnologie im Sinne der technischen Untersetzung des Fernsehbetriebs, z. B. Fragen von Systemlösungen im Studio für die Programmproduktion, Programmbearbeitung und -abwicklung, Mensch-Maschine-Kommunikation im Bildschirmdialog rechnergestützter Steuersysteme, Fragen der Automatisierung von Teilprozessen, Fragen des Einsatzes der Mikrorechentechnik zur Rationalisierung Studio-, Übertragungs- und sendetechnischer Teilprozesse, Fragen der automatisierten, rechnergestützten Qualitätssicherung im Fernsehen u. dgl. bis hin zu Fragen der Bild-/Ton-Probleme, künftiger Entwicklungstrends neuer Dienste und Leistungsarten im Fernsehen unter Berücksichtigung des internationalen wissenschaftlich-technischen Fortschritts und sich abzeichnender Innovationen.

*E. Augustin* NaB 740

**Digitalgrafik — Zugang zur rechnergestützten geometrischen Modellierung**

Von *F. Bulla*
Berlin: Akademie-Verlag 1987
213 Seiten, 86 Bilder, Kunstleder, 45,— M

Rechnergestützte Ingenieurarbeit ist ohne Grafik undenkbar. Ein- und Ausgabe von grafischen Informationen sowie ihre rechnerinterne Darstellung und Verarbeitung sind untrennbare Bestandteile bei der Computeranwendung geworden. Diesen Sachgebieten ist das vorliegende Buch gewidmet.

Nach einer Einführung zum geometrischen Modell wird die formalisierte Beschreibung geometrischer Strukturen behandelt. Damit wird der Leser mit den notwendigen Beschreibungsmitteln bekannt gemacht. Im nachfolgenden Abschnitt werden die für die Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe von geometrischer Information benötigten Geräte vorgestellt. Daran schließen sich Abschnitte an, in denen in die Programmierung von Zeichenautomaten und grafischen Bildschirmgeräten eingeführt wird. Dabei werden sowohl allgemeingültige, theoretisch fundierte Aussagen getroffen, als auch Angaben zu praktisch verfügbaren Programmsystemen gemacht. Nachfolgend behandelt der Autor Probleme der Standardisierung der Grafik-Schnittstelle. Dabei steht das Standard GKS (Graphical Kernel System) im Mittelpunkt. Ergänzend dazu wird die standardgerechte grafische Software für das K 1600-Rechnersystem GKS 1600 vorgestellt. In einem weiteren Abschnitt werden spezielle Probleme der Digitalgeometrie behandelt. Das betrifft Fragen der rechnerinternen Darstellung geometrischer Objekte und vielfältiger Operationen über derartigen Objekten. Abschließend werden einige Anwendungsergebnisse des Autors vorgestellt. Dabei wurden einzelne Anwendungsgebiete aus dem Bereich der Forschung und Entwicklung ausgewählt. Das Buch ist orientiert auf eine rechentechnische Basis der letzten Jahre (ES 1040, KRS 4201, K 1600). Arbeitsplatz- bzw. Personalcomputer bleiben dagegen am Rande. Sie werden jedoch in der Zukunft die hauptsächliche technische Basis darstellen. Der Schwerpunkt des Buches ist jedoch — und das sei besonders hervorgehoben — eine maschinenunabhängige Darstellung der Sachverhalte.

Der Autor wendet sich an Studenten und Ingenieure der Informatik, der Informationstechnik und anderer Ingenieurdisziplinen, kurz an alle, die sich intensiver mit Problemen der Digitalgrafik befassen. Ihnen allen kann das Buch empfohlen werden.

*P. Neubert* NaB 768

## KURZINFORMATIONEN

• Vom 2. Februar bis zum 6. März 1987 fand in Genf die zweite Session der weltweiten Funkverwaltungskonferenz der Fernmeldeunion über den Kurzwellenrundfunk statt. Als Ergebnis kann die Empfehlung an die Verwaltungen gewertet werden, ab 1990 nur noch Sender zu installieren, die für Einseitenbandsendungen tauglich sind. Ab dem Jahr 2015 sollen Kurzwellen ausschließlich in dieser Technik abgestrahlt werden. 1992 soll eine weitere Konferenz entscheiden, ob und in welchem Umfang für die Zukunft ein verbessertes, computerunterstütztes Planungssystem angewendet werden kann.

• Das zukünftige digitale Funktelefonsystem in Westeuropa wird in einer Schmalbandtechnik aufgebaut. Darauf haben sich die Fernmeldeverwaltungen Frankreichs, Großbritanniens, Italiens und der BRD geeinigt. Sie werden der Konferenz der europäischen Postverwaltungen (CEPT) das Schmalbandprinzip zur Standardisierung vorschlagen.
Das von ANT/Bosch (BRD) vorgeschlagene Systemprinzip arbeitet nach dem Time Division Multiple Access (TDMA)-Verfahren, d.h., daß in einem Frequenzband zeitlich ineinander verschachtelt mehrere Telefongespräche gleichzeitig übertragen werden — ganz ähnlich wie bei der modernen digitalen Übertragung von Telefongesprächen zwischen den einzelnen Ortsnetzen. Der Frequenzbereich für dieses neue System liegt bei 900 MHz.

• Ein neues Bild-Daten-Telefon, das unabhängig vom Leitungsnetz der Fernmeldeverwaltung arbeitet und sehr kostengünstig sein soll, wurde an der Fachhochschule in Konstanz entwickelt. Voraussetzung für das Funktionieren der Anlage ist ein hausinternes Lichtwellenleiternetz. Es ist möglich, zu telefonieren und Daten zu übertragen. Die Besonderheit der Anlage liegt darin, daß nur Sprache und Daten digital übertragen werden, die Bildinformation aber analog bleibt. Mögliche Einsatzgebiete sind Fabrikanlagen, Überwachungseinrichtungen in Krankenhäusern, Forschungsinstitute, Banken u. ä. (ba)

• In Belgrad wurde ein Rat der jugoslawischen Regierung für Kabel- und Satellitenfernsehen gebildet. Bis zum Jahr 1995 soll der erste jugoslawische Kommunikationssatellit „Judosat" in Betrieb genommen werden. Aufgabe des Rates soll es sein, die Strategie für die Entwicklung und Einführung des Satelliten- und Kabelfernsehens rechtzeitig vorzubereiten. (ADN)

• Eine Bodenstation der „Inmarsat" (International maritime satellite organization) wurde in Polen in Betrieb genommen. Mit ihrer Hilfe kann über geostationäre Satelliten Telex- und Telefonkontakt zu Schiffen der polnischen Hochseeflotte rund um den Erdball hergestellt werden. Bisher haben 30 Einheiten eine entsprechende Empfangsausrüstung. In Zukunft sollen alle neuen Schiffe ein Inmarsat-Terminal erhalten. (ADN)

• Telefaxkabinen stehen der Kundschaft zur Selbstbedienung seit dem 1. April 1987 in den meisten schweizerischen Telegrafenämtern zur Verfügung.

• In Luzern wurde am 27. März 1987 die erste digitale Ortszentrale der Schweiz eingeschaltet. Sie vermittelt die Leitungen von 7000 Telefonabonnenten digital.

• Nachdem mit der bisherigen Bezeichnung „Bürofax" für den öffentlichen Fernkopierdienst in der Schweiz zunehmend Schwierigkeiten entstanden waren, wurde dafür der Name „Publifax" eingeführt. (ba)

• In der Schweiz sollen bis Ende 1988 zwei Drittel aller öffentlichen Fernsprechapparate sowohl für Münzen als auch für „Taxcard" ausgerüstet sein.

• Tokios Abwasserkanäle beherbergen zunehmend auch Glasfaserkabel, für deren Installation die Stadtverwaltung einen Roboter entwickeln ließ. Das Nutzen der vorhandenen unterirdischen Strecken macht die Verlegung der Kabel kostengünstig. Diese dienen sowohl gewerblichen Kommunikationszwecken als auch der Steuerung der Abwasserkanalsysteme. Alle erforderlichen Meß- und Steuerungsvorgänge sollen künftig über das feuchtigkeitsunempfindliche Glasfaserkabelnetz ablaufen.
Außerdem wird in Tokio nach neuen, kostensparenden Wegen für das Verlegen von Fernmeldekabeln gesucht. Im Überlandverkehr verlaufen die Kabel entlang den Autobahnen und Landstraßen sowie den Eisenbahntrassen. Im innerstädtischen Verkehr, in dem das Ausgraben von Straßen besonders teuer und verkehrsbehindernd ist, liege die Nutzung von Abwässerkanälen zum Verlegen der Leitungen besonders nahe, meinen die Stadtväter. Die Tokioter Stadtverwaltung hat bereits im November vergangenen Jahres mit dem Verlegen von Glasfaserkabeln in Abwasserleitungen begonnen. Auf der ersten 4,1 km langen Strecke wurden die Kabel manuell eingezogen. Für die „Feinverteilung" der Kabel — bis hin zu den privaten Haushalten — ist das manuelle Verfahren aber nicht anwendbar, weil 80% der Kanäle nur einen Durchmesser zwischen 25 und 70 cm haben.
Der für die Kabelverlegung in solchen Leitungen entwickelte Roboter besteht aus drei Geräten. Das erste führt das Glasfaserkabel in die Abwasserleitung ein. Das zweite bohrt Löcher in die Oberseite des Kanals und befestigt dort das Kabel. Das dritte Gerät verfügt über eine Kamera, die Videobilder auf den Bildschirm des Kontrollpersonals überspielt. Mit diesen drei zusammenhängenden Geräten hat die Tokioter Stadtverwaltung nun ein fünfjähriges Testprogramm eingeleitet. (ADN)

• Auf dem 3. Kongreß der Gesellschaft für Biologische Krebsabwehr in Heidelberg wurde unser Beiratsmitglied Prof. Dr. h. c. mult. *Manfred von Ardenne* mit dem Ernst-Krokowski-Preis 1987 ausgezeichnet. Der Preis wurde vergeben für die Entdeckung der Beziehung zwischen Stärke der körpereigenen Krebsabwehr und Güte der Sauerstoff-Kenngrößen des Organismus sowie für die Nutzung dieser Entdeckung zur Wirkungssteigerung der konventionellen Krebstherapie mit Hilfe der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie.


**Nachrichtentechnik · Elektronik**

Herausgeber: Kammer der Technik
Verlag: VEB Verlag Technik
Oranienburger Str. 13—14, Berlin, DDR, 1020
Telegrammadresse: Technikverlag Berlin
Telefon: 28700: Telex: 0112228 techn dd
Verlagsdirektor: Dipl.-Ing. *Klaus Hieronimus*
Redaktion: Dipl.-Ing. *Ernst-O. Schönemann*, Verantwortlicher Redakteur (Telefon: 2870327, 2870332)
Ing. *Gisela Rehahn*, Redakteur (Telefon: 2870347)
Gestalter: *Karen Wohlgemuth* (Telefon: 2870288)
Lizenz-Nr.: 1103 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik
Gesamtherstellung: Messedruck Leipzig, BT Borsdorf, Borsdorf, 7122, III-18-328
Anzeigenannahme: Für Bevölkerungsanzeigen alle Anzeigen-Annahmestellen in der DDR, für Wirtschaftsanzeigen der VEB Verlag Technik, Oranienburger Str. 13/14, Berlin, 1020, PSF 201. Anzeigenpreisliste Nr. 6; Auslandsanzeigen: Interwerbung GmbH, Hermann-Duncker-Str. 89, Berlin, DDR, 1157



AN (EDV): 18432
Erscheinungsweise: monatlich 1 Heft
Heftpreis: 4,— M, Abonnementpreis vierteljährlich 12,— M; Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes BUCHEXPORT zu entnehmen

Bezugsmöglichkeiten
DDR
sämtliche Postämter
SVR Albanien
Direktorije Quendrore e Perhapjes dhe Propaganditit te Librit Rruga Konference e Pezes, Tirana
VR Bulgarien
Direkzia R. E. P., 11a, Rue Paris, Sofia
VR China
China National Publications Import and Export Corporation, West Europe Department, P.O. Box 88, Beijing
ČSSR
PNS — Ústřední Expedicia a Dovoz Tisku Praha, Slezska 11, 12000 Praha 2
PNS, Ústředna Expedicia a Dovoz Tlače, Pošta 002 88547 Bratislava
SFR Jugoslawien
Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, Beograd; Izdavacko Knjizarsko Produzece MLADOST, Ilica 30, Zagreb
Koreanische DVR
CHULPANMUL Korea Publications
Export & Import Corporation, Pyongyang
Republik Kuba
Empresa de Comercio Exterior de Publicaciones, O'Reilly No. 407, Ciudad Habana
VR Polen
C.KP.iW. Ruch, Towarowa 28, 00-958 Warszawa
SR Rumänien
D.E.P. Bukuresti, Piata Scinteii, Bucaresti
UdSSR
Städtische Abteilungen von Sojuzpečat' oder Postämter und Postkontore
Ungarische VR
P.K.H.I., Külföldi Elöfizetesi Osztaly, P.O. Box 16, 1426 Budapest
SR Vietnam
XUNHASABA, 32, Hai Ba Trung, Hanoi
BRD und Berlin (West)
ESKABE Kommissions-Grossobuchhandlung. Postfach 36, 8222 Ruhpolding/Obb.; Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, Eichborndamm 141—167, Berlin (West) 52; Kunst und Wissen Erich Bieber OHG, Postfach 46, 7000 Stuttgart 1; Gebrüder Petermann, BUCH + ZEITUNG INTERNATIONAL, Kurfürstenstraße 111 Berlin (West) 30
Österreich
Helios Literatur-Vertriebs GmbH & Co. KG, Industriestraße B 13, A-2345 Brunn am Gebirge
Schweiz
Verlagsauslieferung Wissenschaft der Freihofer AG, Weinbergstr. 109, 8033 Zürich
Alle anderen Länder
örtlicher Buchhandel;
BUCHEXPORT Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, Leipzig, DDR, 7010, Postfach 160; und Leipzig Book Service, Talstraße 29, Leipzig, DDR, 7010

# INHALT

**Leistungsangebote der RFT-Nachrichtenelektronik auf der TELECOM 87 in Genf**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 362

---

**VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — Repräsentant der nachrichtentechnischen Industrie der DDR**
**Zahlen, Fakten, Informationen**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 363

---

**Repräsentative Beteiligung der RFT-Nachrichtenelektronik an der TELECOM 87 in Genf**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 363–365

---

**ELEKTRO-CONSULT BERLIN – ecb**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 366–367

---

**VEB Kombinat Nachrichtenelektronik — ein leistungsfähiger und zuverlässiger Partner beim Ausbau des Weltnachrichtennetzes**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 367

---

*Winkler, L.; Rettelbusch, L.*

**ISDN-Konzepte**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 368–374

Die Kommunikationstechnik wird zur Zeit durch die Entwicklung und Erprobung von Komponenten für ein diensteintegrierendes digitales Netz (ISDN) geprägt. In dem Beitrag werden einführend das Netzkonzept und die Dienstephilosophie besprochen. Im Mittelpunkt steht aber die Darlegung wesentlicher elektrischer, logischer und prozeduraler Elemente der Schnittstellen zwischen den Nutzern und dem Netz.

---

*Römpler, K.*

**Aspekte bei der Realisierung der Ebene-3-Funktionen des Zeichengabesystems CCITT Nr. 7**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 374–376

Das vom CCITT spezifizierte Zeichengabesystem Nr. 7 wird in seiner Struktur umrissen. Besondere Bedeutung für die betriebs- und sicherheitstechnische Gesamtsteuerung des Zeichengabenetzes kommt der Ebene 3 zu. Ihre beiden Hauptfunktionsgruppen, Nachrichtenbearbeitung und Netzmanagement, werden hinsichtlich ihrer konkreten Aufgaben und Informationsbezugsquellen im einzelnen erläutert.

---

*Bremer, R.*

**ISDN-Benutzerteil des Zeichengabesystems CCITT-Nr. 7**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 376–378

Zur Steuerung einer durchgeschalteten ISDN-Nutzverbindung unter Anwendung des Zeichengabesystems Nr. 7 (ZGS Nr. 7) wird eine Ende-zu-Ende-Zeichengabe, d.h. ein Austausch von Zeichengabeinformationen direkt zwischen zwei Endvermittlungsstellen realisiert. Im Gegensatz zur Link-by-Link-Zeichengabe bei der Steuerung reiner Fernsprech- oder Datenübertragungsdienste wird hierbei in den an der Verbindung beteiligten Transit-Vermittlungsstellen die Ebene 4 des ZGS Nr. 7 nicht berührt. Die Ende-zu-Ende-Zeichengabe erfordert eine Erweiterung der Funktionen des Nachrichtenübertragungsteils des ZGS Nr. 7 durch Funktionen des ISDN-Benutzerteils oder durch einen speziellen Zeichengabe-Verbindungs-Steuerteil (SCCP).

---

*Sporbert, R.; Schulze, A.*

**Synchronisation digitaler Nachrichtennetze**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 378–380

Die Realisierung eines ISDN erfordert, Synchronisationsaufgaben im Teilnehmerbereich, im Bereich des nationalen Gesamtnetzes und bei internationalen Verbindungen zu lösen.
Abhängig von der Kopplung der Taktgeber entstehen synchrone oder asynchrone Netze, bei denen verwendete Synchronisationsverfahren und Netzstruktur in engem Zusammenhang stehen. Im Teilnehmerbereich lassen sich für die Bit- und Rahmentaktgewinnung Verfahren angeben.

---

*Hoffmann, R.; Döring, H.; Grimm E.*

**Digitale Entfernungsmessung auf Lichtwellenleitern**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 381–382

Zur Ortung reflektierender Störstellen in Lichtwellenleitern wurde für die industriellen Geräte OF 11 bzw. OFG 100 eine Zusatzbaugruppe entwickelt und getestet. Das Gerät berechnet die Entfernung zur Störstelle und zeigt diese digital an. Die Ortungsgenauigkeit beträgt bei direkter Messung $\pm$ 5,5 m. Durch Anwendung von Mittelungsverfahren kann die Genauigkeit auf $\pm$ 1,1 m gesteigert werden. Im Beitrag werden einige Grundlagen der Impulsreflektometrie, die Arbeitsweise des Geräts und die Meßergebnisse erläutert.

---

*Deitert, H.*

**Anforderungen an Empfangsschaltungen zur Auswertung von MFC-Zeichen**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 384–387

Für MFC-Empfänger werden nach Diskussion spezieller, unter realen Einsatzbedingungen beobachteter Störeinflüsse technischer Anforderungen abgeleitet. Es wird das Schaltungskonzept eines Empfängers mit frequenzganggeregelten Verstärker und gesteuerter analoger Auswertung, einschließlich technischer Daten, vorgestellt.

---

*Eberle, T.; Schröter, D.*

**Sprachübertragung in einem paketvermittelnden Kommunikationstestsystem**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 387–389

Die Sprachintegration in Paketdatennetzen bringt durch die lastabhängige Verzögerung der Sprachpakete in den Netzknoten viele Probleme mit sich.
Im Beitrag werden sowohl diese Probleme als auch Lösungsansätze für die Struktur und die Komponenten eines paketvermittelnden Kommunikationstestsystems diskutiert.

---

*Maser, K.*

**Einige Bemerkungen zu besonderen Effekten und Modellen der Dotandendiffusion im Silizium**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 390–392

Ausgehend von einigen Anomalien und besonderen Effekten der Dotandendiffusion im Silizium, die sich auf lokal beschränkte Ursachen und daher auf ungleichförmig angeordnete Kristallstrukturdefekte zurückführen lassen, wird für den Dotandentransport durch Diffusion und Drift im Festkörper mit inhomogen verteilten Vakanzen eine allgemeine Dotandenfluß-Gleichung betrachtet, aus der sich durch entsprechende Einschränkungen das Ficksche Gesetz, Waskins Relation und die Bakeman-Borrego-Beziehung als Spezialfälle ergeben. In Abhängigkeit von der Verteilung und Generation der prozeßinduzierten Defekte folgen ferner die beschleunigte, verzögerte und die Bergauf-Diffusion sowie eine spezielle nichtficksche Dotandenfluß-Relation. Den Abschluß bilden Einschätzungen zur Untersuchungsmethode und zu jüngeren Modellen.

---

*Steinführer, H.; Köstner, R.*

**Rechnergestützte Reparatur von Speicherschaltkreisen**

Nachrichtentech., Elektron., Berlin 37 (1987) 10, S. 392–394

Es werden die Möglichkeiten der Reparatur von VLSI-Speicherschaltkreisen während des Herstellungsprozesses beschrieben. Die Reparatur erfolgt durch Redundanzzuschaltung bei der Chipprüfung. Man beschränkt sich auf die Speichermatrix und ersetzt defekte Zeilen bzw. Spalten. Es wird ein Programmablaufplan angegeben, der die Strategie verdeutlicht. Der zusätzliche Chipflächenbedarf für die Ersatzelemente liegt bei 5 bis 10 %. Durch die Reparatur können bei Produktionsaufnahme eines qualitativ neuen Speicherschaltkreises Ausbeuteerhöhungen um den Faktor 2 bis 3 erzielt werden. Aussagen über Schaltkreishersteller, die davon Gebrauch machen, beschließen die Darstellung.

ISSN 0323–4657 Nachrichtentech., Elektron.
Berlin 37 (1987) 10, S. 361–400